

**Untersuchungen über das
Austreibeverhalten der Baumart
Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.)
in Bayern und die Züchtung auf
Spätfrost - Resistenz**

Dimitrios Moulalis

1971



Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41553801_0059

DISSERTATIONS – und FOTODRUCK FRANK oHG
8000 München 2 · Gabelsbergerstr. 15 · Tel.: 2 80 90 90

UNTERSUCHUNGEN ÜBER DAS AUSTREIBEVERHALTEN DER
BAUMART FICHTE (*Picea abies* (L.) Karst.) IN BAYERN
UND DIE ZÜCHTUNG AUF SPÄTFROST - RESISTENZ

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung der Doktorwürde

einer

Hohen Staatswirtschaftlichen Fakultät

der

Ludwig - Maximilians - Universität

zu München

vorgelegt von

Dimitrios Moulalis

1971



Berichterstatter:

1. Prof. Dr. E. Rohmeder

2. Prof. Dr. Dr. Dr.h.c. J. N. Köstler

Tag der mündlichen Prüfung: 19. Juli 1971

INHALT

Einleitung

1. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

1.1. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften

1.2. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Künste

1.3. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Literatur

1.4. Die Bedeutung der Austauschdienste

1.5. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

1.6. Die Bedeutung der Austauschdienste

1.7. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

1.8. Die Bedeutung der Austauschdienste

Gedruckt mit Unterstützung des Deutschen Akademischen

Austauschdienstes

2. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

2.1. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften

2.2. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.3. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Künste

2.4. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Literatur

2.5. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.6. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.7. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.8. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.9. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.10. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

2.11. Die Bedeutung der Austauschdienste für die Entwicklung der Wissenschaften und Künste

2.12. Die Bedeutung der Austauschdienste

2.13. Die Bedeutung der Austauschdienste

I n h a l t

	Seite
Einleitung	1
I. <u>Der bisherige Wissensstand über das Austreiben der Baumart Fichte (Picea abies (L.) Karst.)</u>	3
1. Austreibzeit bei verschiedenen Fichtenherkünften	3
2. Austreibzeit bei verschiedenen Beständen einer Herkunft	10
3. Austreibzeit der Individuen innerhalb eines Bestandes	12
4. Das Wuchsverhalten der Früh- und Spättreiber in frostfreien Lagen	17
5. Das Wuchsverhalten der Fichten in ausgesprochenen Frostlagen	19
6. Beziehungen zwischen Austreibzeit und anderen Eigenschaften	24
II. <u>Versuche des Instituts für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung in München zur Züchtung spätreibender Fichten</u>	31
A. Beobachtung und Auslese von spätreibenden Altfichten in Beständen 16 bayerischer Forstämter	31
1. Material und Methode	31
2. Ergebnisse	35
a) Bestände	35
b) Herkünfte	52
c) Einzelbäume	64
B. Austreibverhalten von Einzelbaum- und Bestandesnachkommenschaften in Laufen (Oberbayern)	71
1. Material und Methode	71
2. Ergebnisse	73

C. Austreibe- und Wuchsverhalten von Einzelbaum-Nachkommenschaften früh- und spättreibender Altlichten aus dem "Tharandter Wald" (Versuch im Hofoldinger Forst)	102
1. Material und Methode	102
2. Ergebnisse	107
III. <u>Diskussion und Folgerungen für die Züchtung nicht spätfrostgefährdeter Fichten</u>	125
IV. <u>Zusammenfassung der Ergebnisse</u>	139
V. <u>Schrifttum</u>	144

Einleitung

Die vorliegende Arbeit behandelt das Austreibeverhalten der Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) in Bayern sowie die Möglichkeiten durch Züchtung die Spätfrostgefährdung dieser Baumart zu verringern. Grundlage hierfür ist die Tatsache, daß innerhalb der Bestände verschiedener Herkunft die Individuen im Frühjahr ihre Knospen jeweils mit großer Zeitdifferenz zu entfalten beginnen.

Es liegt daher nahe, wenn die Eigenschaft des frühen oder späten Austreibens bei der Einzelpflanze konstant bleibt und bis zu einem gewissen Grad eine Vererbung dieser Eigenschaft nachgewiesen werden kann, durch Selektion eine spätreibende Fichtensorte zu züchten. Zwar ist nach GÄUMANN (1946) keine echte, sondern nur eine scheinbare Resistenz gegeben, da bei spätreibenden Fichten der schädigende Faktor, nämlich der Frost, in der Regel zeitlich vor dem Knospenöffnen und damit vor dem frostempfindlichsten Stadium der Fichte auftritt. Trotzdem kann diese Scheinresistenz mit bester Aussicht auf Erfolg für die Praxis ausgenutzt werden. SCHWERTFEGER (1970) weist darauf hin, "daß die Individuen einer Population verschieden empfindlich gegenüber Schadeinwirkungen sind und diese Eigenschaft auch vererben. Durch bewußte Auslese und Kreuzung lassen sich Sorten züchten, die gegen bestimmte Krankheiten resistent sind". Er weist besonders darauf hin, in frostgefährdeten Lagen die Spätfichte anzubauen.

Spätfrost verursacht in manchen Wuchsgebieten, z. B. auf der Münchner Schotterebene, auf Jurahochflächen u. a. schwerste wirtschaftliche Schäden. Durch einen starken Spätfrost nach Erwachen der Vegetation kann nahezu der gesamte Jahreszuwachs verloren gehen. Wenn die Gipfelknospen bereits ausgetrieben haben und vom Frost die jungen Gipfeltriebe getötet werden, wird kein Höhentrieb gebildet und die Fichtenkultur verbleibt ein Jahr länger in der frostgefährdeten Region, in der sie

zugleich auch allen anderen Jugendgefahren (Graswuchs, Wildverbiß, Rüsselkäfer, Triebwickler u. a.) ausgesetzt ist.

Über den Austreibzeitpunkt der Fichte liegt ein reiches Schrifttum vor, vor allem im Zusammenhang mit Provenienzversuchen.

Im Gegensatz zu der Behandlung der Fichtenaustreibzeit im Rahmen der Herkunftsversuche ist das spezielle Schrifttum über die Züchtung auf Spättreiben gering. Doch liegen auch für diese Aufgabe bei der Fichte und anderen Baumarten, z. B. Eiche und Buche, Untersuchungen vor. Für die Fichte gibt es zu dem Problem der Züchtung auf spätes Knospenöffnen grundlegende Untersuchungen von MÜNCH und ROHMEDE. HESMER (1955) hat vorgeschlagen, eine spättreibende Eichensorte zu selektieren, die gleichzeitig gegen Wicklerfraß einigermaßen gesichert ist. ROHMEDE behandelte die Möglichkeit einer Züchtung auf spätes Austreiben bei der Buche.

Im Institut für Forstamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München wurde ich mehrere Jahre lang als Gast aufgenommen. Im Rahmen meiner großzügig geförderten Dissertation durfte ich alle einschlägigen Versuche des Instituts abschließend bearbeiten und auswerten. Dem Institutsdirektor, Herrn Professor Dr. E. Rohmeder sage ich herzlichen Dank für die Überlassung von allen Unterlagen der von ihm angelegten und jahrzehntelang betreuten Versuchsf lächen sowie für die ständige Beratung meiner Arbeit. Auch allen Institutsmitarbeitern bin ich für großzügige und stets hilfsbereite Unterstützung zu großem Dank verpflichtet.

I. Bisheriger Wissensstand über das Austreiben der Baumart Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.)

1. Austreibezeit bei verschiedenen Fichtenherkünften

In den folgenden Abschnitten wird das Problem Austreibezeit getrennt nach Herkunft, Beständen innerhalb einer Herkunft und Individuen eines Bestandes behandelt. Unter diesen drei Einzelbegriffen ist die Herkunft der Oberbegriff. Eine Herkunft ist nur dann scharf abgrenzbar, wenn eine Baumart isoliert von ihren Artgenossen vorkommt, z. B. bei der Art *Larix decidua* Mill. die Sudeten-, Polen- oder Alpenlärche. Häufig wird eine Herkunft durch geographische Grenzen gekennzeichnet, wobei die verschiedenen morphologischen und physiologischen Merkmale der Individuen einer Teilpopulation an den Grenzen zweier Herkunftsgebiete sich stark nähern und angleichen. Zwischen den aneinandergrenzenden Herkunftsgebieten gibt es also Übergänge. Über die Begriffsbestimmungen für Herkunft, Rasse, geographische Rasse, Lokalrasse, ökologische Rasse darf auf das einschlägige Schrifttum, z. B. ROHMEDER und SCHÖNBACH (Genetik und Züchtung der Waldbäume, S. 135 - 138, 1959) hingewiesen werden. Im folgenden wird statt Standortsrasse stets der neutrale Begriff Herkunft verwendet, weil sowohl bei der Besprechung des bisherigen Schrifttums, als auch bei der Auswertung der Versuche des Instituts für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung München vielfach nicht gesichert ist, daß eine beschriebene und untersuchte Herkunft wirklich eine autochthone Standorts- oder Lokalrasse ist.

Die Beobachtung eines Merkmals an einer Baumart mit großem Verbreitungsgebiet ist getrennt für verschiedene Herkunft am besten dann möglich, wenn die einzelnen Herkunft durch menschliche Einflüsse nicht vermischt

worden sind, was für *Picea abies* in den meisten Waldgebieten Mitteleuropas und insbesondere in Deutschland leider nicht zutrifft.

Eine Herkunft wird hinsichtlich des Merkmals Austreibezeit sich nicht einheitlich verhalten, wenn Umweltbedingungen, insbesondere die klimatischen Einflüsse innerhalb eines Herkunftsgebietes mehr oder minder stark schwanken. Austreibebereobachtungen mit dem Ziel der Auslese und Züchtung von weitgehend spätfrostresistenten Fichten sind am günstigsten dort durchzuführen, wo Spätfroste nach Beginn der Vegetationszeit auf das Untersuchungsobjekt einwirken. Fichten im extrem kontinentalen Klimabereich mit deutlich voneinander abgegrenzter Vegetationsruhe und Vegetationszeit sind nach ihrem Austreiben nur selten Schäden durch Frostperioden ausgesetzt. Die ersten warmen Tage im Jahr veranlassen die an einen regelmäßigen Ablauf von kalter und warmer Jahreszeit angepaßten Fichten mit dem Wachstum zu beginnen und die Knospen zu entfalten.

Herkünfte bieten gegenüber Beständen den Vorteil eines größeren Genpotentials, aus dem ausgewählt werden kann. Je größer die Individuenzahl und je ausgedehnter die Fläche einer Herkunft ist, desto stärker werden im Regelfall die Austreibezeiten variieren. FRÖMLICH (1968) empfiehlt zur Bereitstellung spätreibender Populationen wegen der größeren züchterischen Möglichkeiten Herkünfte und nicht nur Individuen eines Bestandes zu verwenden.

Bei jeder Züchtung gilt als Zielsetzung, die Auslese nicht auf ein bestimmtes Merkmal allein zu beschränken, sondern gleichzeitig auf mehrere erwünschte Merkmale, zumindest auf erhöhte Wuchseistung und Resistenz gegenüber mancherlei Gefährdungen zu selektieren.

Als Beispiel für eine sehr spättreibende Fichtenherkunft, die gleichzeitig ertragsmäßig die größte Leistung innerhalb eines Versuches aufweist, verzeichnet FRÖHLICH eine ostpreußische Herkunft aus dem Forstamt Uszballen, die zusammen mit Herkünften aus dem Schwarzwald, dem Harz und Schlesien vor etwa 45 Jahren in dem ältesten deutschen Fichtenherkunftsversuch im Forstamt Gahrenberg/Reinhardswald (Hessen) angebaut wurde. Sie treibt regelmäßig und weitgehend einheitlich bis zu vier Wochen später aus als die übrigen Herkünfte. FRÖHLICH (1968) verweist ferner auf Beobachtungen im hessischen Provenienzversuch 1959 mit drei ostpreußischen Herkünften sowie auf die Auswertung des schwedisch-deutschen Fichtenprovenienzversuches 1962 und auf Beobachtungen an Material, das 1966 in Ostpreußen gewonnen wurde. Die Ergebnisse aller genannten Versuche lassen den begründeten Schluß zu, daß sich auf bestimmten Standorten Ostpreußens spättreibende Fortpflanzungsgemeinschaften entwickelt haben. Auf das mit größter Wahrscheinlichkeit genetisch bedingte späte Austreiben dieser Fichten deuten auch Beobachtungen von RUBNER (1957) und ROHMEDER (1959) auf der Fichtenprovenienzversuchsfläche im Forstamt Bischofsreuth/Bayer. Wald (jetzt 35-jährig) und von SCHÖNBACH (1957) auf der Parallelfäche in Sachsen hin. STERN (1966) konnte in einem Provenienz-Versuch in Schleswig-Holstein mit 169 Fichten-Herkünften feststellen, daß zwischen den zehn frühest- und den zehn spätesttreibenden Herkünften eine Differenz im Austreibetermin von rd. 13 bis 17 Tagen bestand.

RUBNER (1944) hat in den Jahren 1941 bis 1943 jeweils im Mai auf den von ihm angelegten Fichtenversuchsflächen die Austreibezeit beobachten lassen und fünf Gruppen von sehr früh- bis sehr spättreibend zuzüglich einer sechsten Gruppe für ungleich treibende Herkünfte

gebildet. Zieht man in Betracht, daß beim Anbau in tieferen und mittleren Lagen Hochlagenherkünfte, erbmäßig bedingt, frühzeitig austreiben und Tieflagenherkünfte spät, dann waren die Ergebnisse uneinheitlicher als erwartet. RUBNER folgerte, daß die Veranlagung der Einzelbäume eine große Rolle spielt und teilweise die erbmäßige Veranlagung der Teilpopulation überdeckt. Außerdem sei nur bei einem sehr großen Material das höhenlagenbedingte Austreiben einwandfrei festzustellen. Immerhin gehörte die ostpreußische Herkunft Borken (135 m) nach seinen Beobachtungen und nach Angaben von WEISS und HOFFMANN (1969) zum Austreibetyp "sehr spät".

Die Austreibezeit wurde bei vielen früheren Beobachtungen nur einmal während der Austreibezeitspanne festgehalten. Einen besseren Einblick in die Austreibeverhältnisse vermitteln Beobachtungen in kurzen und regelmäßigen Abständen über den gesamten Austreibezeitraum hinweg. WEISS und HOFFMANN (1969) berichten von solchen periodischen Beobachtungen in zweitägigem Abstand während fast neun Wochen Beobachtungsdauer auf den RUBNERSchen Flächen. Dadurch war die Zuordnung aller von RUBNER in der Klasse für "ungleich treibende Herkünfte" zusammengefaßten Herkünfte zu einer der fünf Gruppen (sehr früh- bis sehr spättreibend) möglich. Diese Beobachtungsmethode vermittelt einen klaren Einblick in den Ablauf der Austreibezeit. Eine einmalige Aufnahme in verschiedenen Beobachtungsjahren kann zu einer unterschiedlichen Bewertung der durchschnittlichen Austreibezeit führen, wenn diese Bewertung nicht in der gleichen Austreibephase in allen Beobachtungsjahren durchgeführt wird. Für eine über die gesamte Austreibezeit sich erstreckende Beobachtung spricht auch die Tatsache, daß die einzelnen Herkünfte nicht nur zu verschiedenen Zeitpunkten mit der Knospenentfaltung beginnen, sondern

sie auch unterschiedlich rasch fortsetzen (SCHÖNBACH, 1957). Die Rangfolge in der Austreibezeit kann sich nach RUBNER (1957) und SCHÖNBACH (1957) in den einzelnen Jahren dadurch etwas verschieben.

Nach Versuchen von FRÖHLICH (1968) ist zu erkennen, daß das Merkmal "Spättreiben" polygen gesteuert wird. Dies kann dazu führen, daß manche Herkünfte in ihrem Austreibetyp labiler sind und auf unterschiedliche Frühjahrswitterung stärker reagieren als andere.

Beginn, Dauer und Ende der Knospenentfaltung wird stärkstens durch klimatische Faktoren, besonders durch die mittlere Tagestemperatur beeinflusst. So kommt es, daß beispielsweise in einem Wuchsgebiet die Knospenöffnung in einem Jahr am 20. April beginnt, in einem anderen Jahr erst am 5. Mai. Auch die Dauer der Austreibeperiode schwankt jahrgangsweise je nach der herrschenden Witterung.

Eine enge Beziehung zwischen Austreibezeit und der Summe der täglichen mittleren Temperaturen des Versuchsortes während des Austreibezeitraumes haben SCHÖNBACH und WEISS (im Druck, cit. WEISS und HOFFMANN, 1969) festgestellt. In diesem Zusammenhang sind die Untersuchungen der jährlichen Periode der Entwicklung von Waldbäumen zu erwähnen, die SARVAS (1967) in Finnland nach verfeinerten Methoden durchführt. Die bisherigen Untersuchungen weisen darauf hin, daß die jährliche Periode, zu der auch Austreiben und die Dauer des Höhentriebwuchses gehören, sehr streng durch den Faktor Wärme gesteuert werden. Der größte Teil der Streuung ist auf genetische Unterschiede zwischen den einzelnen Bäumen der gleichen Baumpopulation zurückzuführen.

ROHMEDER und SCHÖNBACH (1959) sehen im Vorhandensein verschiedener Anlagenkombinationen in einer Population eine Erklärung für die in wenigen Jahren registrierbaren Veränderungen des Verhältnisses von Früh- und Spätreibern in frostgefährdeten Kulturen von Fichten und anderen Baumarten. In ihrer Ansicht, daß für herkunftsbedingte Unterschiede beim jährlichen Vegetationsbeginn nicht allein die Wirkung der Frühjahrstemperaturen, sondern auch der tägliche Temperaturablauf offensichtlich eine wesentliche Rolle spielt, werden sie durch amerikanische Versuche mit verschiedenen Douglasienherkünften bestätigt. Die einzelnen Baumarten verhalten sich aber keineswegs gleichsinnig bei veränderten Umweltbedingungen, so daß sichere Aussagen über das Austreibeverhalten einer Baumart in Abhängigkeit von Umweltfaktoren am besten nur durch Versuche mit einer einzelnen Baumart ermittelt werden können.

In Schweden (LANGLET, 1960) wurde an verschiedenen mitteleuropäischen Fichtenherkünften des internationalen Versuches von 1938 beobachtet, daß in höheren nördlichen Breiten mit kurzem und kaltem Sommer südliche Herkünfte unter Frösten zu leiden haben, sofern sie nicht erbbedingt auf eine kurze Vegetationszeit eingestellt sind. Mehrjährige Austreibebestandungen haben gezeigt, daß nördliche Herkünfte und Herkünfte aus südlichen Hochlagen bis auf einige Ausnahmen früh austreiben. Die extremen Spätreiber stammen aus östlichen Gebieten mit kontinentalem Klima. Diese Gruppe wird in Frostlagen des schwedischen Küstenbereichs durch Spät- und Frühfröste nicht mehr geschädigt als nördliche Herkünfte und zeigt den besten Zuwachs. Sie ist mindestens bis zum 64. Breitengrad, selbst in Frostlagen, überlegen, während die südlichen frühtreibenden Hochlagenherkünfte generell unterlegen sind.

Ein Vergleich der Mittelhöhen derselben Herkünfte in verschiedenen Breiten läßt erkennen, daß ein Versetzen nördlicher Herkünfte nach Süden zu keiner Zuwachshemmung führt. Allerdings variieren die untersuchten nördlichen Herkünfte weniger als die südlichen. Hinsichtlich der Wuchsunterschiede entspricht die Nord-Süd-Variabilität der Hoch-/Tief lagen-Variabilität.

Herkünfte aus warmem Klima zeigen, in herkunfts fremdes Klima verbracht, größere Zuwachsveränderungen als Herkünfte aus kaltem Klima. Es ist aber nicht sicher, ob diese Feststellung auch für Gebiete mit extremen Temperaturverhältnissen außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes gilt.

Änderungen im Höhenwachstum sind weithin eine Folge veränderter Temperaturverhältnisse. Herkünfte aus einem Warmklima sind an lange Vegetationszeiten mit warmen Temperaturen gewöhnt. Sie werden auch an anderen Anbauorten eine solche Vegetationszeit ausnützen, wenn sie sich bietet. Herkünfte aus kalten Klimabereichen sind auf kürzere Vegetationszeiten eingestellt. Die Sommer temperatur ist in ihrem Heimatgebiet niedriger. Bei einer Verpflanzung von Herkünften aus kalten Bereichen in Gebiete mit längerer Vegetationszeit kann der Vorteil am neuen Anbauort nur zu einem geringen Teil ausgenützt werden, etwa durch günstigen Einfluß der höheren Temperaturen auf den Zuwachs.

Ein Einfluß der Tageslänge auf die Zuwachsunterschiede in verschiedenen Breiten ist nach den schwedischen Beobachtungen weder auszuschließen noch zu bestätigen. Der Vorteil längerer Tage im Norden dürfte durch die geringere Temperatur und umgekehrt der kürzere Tag im Süden durch die günstigeren Temperaturverhältnisse

ausgeglichen werden. Begründete Aussagen würden aber nur durch Beobachtungen unter Bedingungen des Herkunftsgebietes möglich sein.

Trotz der geschilderten Abhängigkeit des Beginns, der Dauer und des Endes der Austreibzeit von klimatischen Faktoren haben alle einschlägig ausgewerteten Fichtenprovenienzversuche eindeutig ergeben, daß zwischen den einzelnen Herkunftten im Gesamtkomplex "Austreibzeitraum" erhebliche und z. T. auch einwandfrei erblich bedingte Unterschiede bestehen.

2. Austreibzeit bei verschiedenen Beständen einer Herkunft

Im einschlägigen Schrifttum wurden keine Angaben über unterschiedliches Verhalten verschiedener gleichalter Fichtenbestände innerhalb eines einheitlichen Wuchsgebietes gefunden. Da gleichalte, gleich dicht bestockte Bestände eines Waldgebietes sich jedoch auf erblicher Grundlage in Höhen-, Stärken- und Massenwuchsleistung und in qualitativen Merkmalen unterscheiden können, erscheinen auch Austreibzeitunterschiede zwischen gleichalten Beständen nicht unwahrscheinlich.

Bei der Beurteilung und künftigen Klärung dieser Frage sind u. a. folgende Umstände zu beachten: Die Beurteilung der Austreibzeit verschiedener Bestände einer Herkunft hängt in erster Linie davon ab, ob es sich um gleichalte oder Bestände ungleichen Alters handelt. MÜNCH (1923) hat sehr eingehend den Einfluß des Alters auf die Austreibzeit untersucht. Gleichzeitige Beurteilung benachbarter Kulturen und Jungbestände verschiedenen Alters

über mehrere Jahre ergab, daß Fichtenpflanzen mit fortschreitendem Alter bis etwa zum 16. Lebensjahr, in manchen Fällen bis zu einem noch höheren Alter im Durchschnitt zunehmend später, und zwar bis zu einem Monat später austreiben. In noch höherem Alter konnte keine weitere Verzögerung, sondern vielmehr eine geringe Verschiebung nach etwas früherem Austreiben festgestellt werden. Die gleichzeitig untersuchte Frage, ob dieses Ergebnis wirklich eine Folge der im fortschreitenden Alter erreichten Größe und Entwicklung ist, wurde dahingehend beantwortet, daß das fortschreitende Alter allein die Verzögerung im Austreiben bedingt. Anflug unter Schirm, der infolge starken Schirmdrucks in der Höhe nur wenig differenziert und dürftig entwickelt war, zeigte bei bekanntem Alter die gleiche Austreibefolge wie im Freiland wachsende Kulturen. Der Einfluß eines verschieden ausgebildeten Wurzelwerks scheidet bei einerseits freiwachsenden und besser bewurzelten und bei andererseits lange unter Druck gehaltenen Pflanzen mit sehr flachen Wurzeln auf das Austreibeverhalten nahezu aus.

ROHMEDER (1948) hält den Einfluß der sozialen Stellung auf die Knospenentfaltung ebenfalls für nahezu bedeutungslos. Nach seinen Feststellungen trieben Fichten der KRAFTschen Baumklasse 3 im Durchschnitt nur um wenige Tage später aus als die in vollem Lichtgenuß wachsenden Fichten der Klasse 1.

Ein Einfluß der Bodenbeschaffenheit auf Austreibeverhalten ist nicht vollständig auszuschließen, aber, wenn überhaupt vorhanden, nur äußerst gering. Im gleichen Bestand und ebenso am Einzelbaum kann die stark besonnte und dadurch unter stärkerem Wärmeeinfluß stehende Seite etwas rascher austreiben als die schattige Seite, was ebenfalls auf eine weitgehende Unabhängigkeit von der Wurzeltätigkeit hinweist. Ein indirekter Einfluß auf das

Austreiben ist durch die Lage des Bodens im Gelände (Exposition) möglich, weil die unterschiedliche Eigenheit der Böden, Wärme aufzunehmen, zu speichern und wieder abzugeben, das Klima der bodennahen Luftschicht mehr oder minder stark beeinflussen kann.

Die vorstehend geschilderten Einflußmöglichkeiten auf das Austreibeverhalten von Beständen gelten entsprechend auch für das Austreibeverhalten von Einzelbäumen, weshalb diese Gesichtspunkte im folgenden Abschnitt nicht wiederholt werden.

3. Austreibzeit der Individuen innerhalb eines Bestandes

Die Austreibzeit gleichalter Fichten innerhalb eines Bestandes auf gleichem Standort schwankt, vorwiegend durch genetische Ursachen bedingt, in weiten Grenzen. Zwischen dem am frühesten und dem am spätesten treibenden Individuum liegt je nach der genetischen Zusammensetzung des Bestandes und je nach den Witterungsverhältnissen des Frühjahrs ein Zeitraum von zwei bis vier Wochen. Der Einzelbaum behält innerhalb dieses Rahmens seinen Austreibetyp dauernd bei (MÜNCH, 1923, 1928; ROHMEDER, 1948; SCHÖNBACH, 1950; TROEGER, 1958). ROHMEDER (1952) führte mehrjährige Beobachtungen der Knospenentfaltung an 59 ausgewählten Einzelbäumen gleichen Alters innerhalb eines Bestandes im Forstamt Eichstätt-Ost im bayerischen Jura durch. Seine Beobachtungen ergaben, daß die Austreibzeitspanne von der frühesten bis zur spätesten Fichte fünf Jahre hindurch ohne große Schwankungen fast durchwegs sich über zwei Wochen erstreckte. Die nahezu parallele zeitliche Verschiebung der Austreibzeit in den verschiedenen Jahren war klimatisch bedingt. Dieser gleichbleibende relative Zeitraum zwischen den früh- und spätreibenden

Einzelbäumen macht die alljährliche Beibehaltung des Austreibetyps als Individualeigenschaft augenfällig. Im geschilderten Versuch waren die untersuchten Bäume nicht nach ihrem Austreibetyp (extreme Früh- und extreme Spätreiber) ausgewählt worden, sondern nach ihrer Wachstumsleistung (vorherrschende, herrschende und mitherrschende Bäume). Es ist einleuchtend, daß in einem anderen Bestandskollektiv mit noch stärkerer Ausprägung der einander entgegengesetzten Merkmale Früh- und Spätreiben die Zeitspanne zwischen den extremsten Individuen länger sein muß.

Nach OHNESORGE (1958) streut der Austriebstermin in der jüngsten Altersklasse der Fichten bis zu sechs Wochen, während bei Baumböhlzern nur eine Zeitspanne bis zu drei Wochen beobachtet wurde. Auf den Kulturflächen waren aber mikroklimatische Einflüsse nicht auszuschließen.

Im Hinblick auf die spätere Beschreibung der Ergebnisse des Großversuches mit Altfichten aus zahlreichen bayrischen Forstämtern und ihren Nachkommenschaften im Großpflanzgarten Laufen werden die Ergebnisse des als Vorbild dienenden Vergleichs zwischen den Eichstätter Mutterbäumen und ihren Nachkommen (ROHMEDER, 1964) kurz dargestellt.

In Abb. 1 sind die durchschnittlichen Austreibe-Werte der Mutterbäume aus den Beobachtungen der Jahre 1938 bis 1943 vom frühest- bis zum spätesttreibenden geordnet und die Werte der Nachkommenschaften getrennt nach den beiden Beobachtungsjahren 1949 und 1957 zum Vergleich hinzugefügt. Der Austreibezustand der Nachkommen wurde nach einem Bewertungszählverfahren festgehalten. Eine hohe Bewertungsziffer bedeutet frühes Austreiben (400 = alle Pflanzen ausgetrieben), eine niedrige Ziffer spätes Austreiben (0 = alle Pflanzen im Zustand der Winterruhe). Die beiden Linien der Nachkommenschaften zeigen trotz ihres Zick-Zack-Verlaufs eine deutliche Abnahme in der Bewertungsziffer von links nach rechts. Das bedeutet, daß spät-

Reihenfolge der Austreibzeit der 59 Mutterbäume und ihrer Nachkommenschaften

Die Altbäume sind nach der Reihenfolge ihres durchschnittlichen Austreibetages vom frühesten zum spätesten geordnet

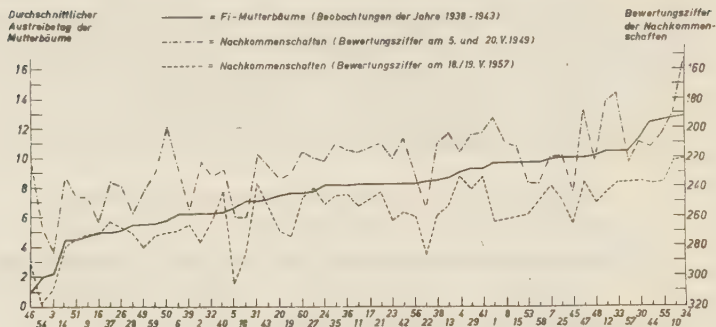


Abb. 1 Austreibefolge von Mutterbäumen
(Forstamt Eichstätt-Ost) und ihren
Nachkommenschaften (aus ROHMEDER, 1964)

treibende Mutterbäume überwiegend spätreibende Nachkommen ergeben. Die Ausreißer unter den Nachkommenschaften verhalten sich in den zwei Beobachtungsjahren fast durchwegs gleichsinnig. Daraus folgt, daß Nachkommenschaften mit Abweichungen von der Tendenz, die Eigenschaft des Austreibecharakters der Mutterbäume überwiegend zu erben, ebenfalls schon frühzeitig erkennbar sind. Diese Abweichungen im Austreibzeitpunkt der Nachkommenschaften gegenüber den Mutterbäumen sind einerseits durch die heterozygote Veranlagung der Mutterbäume, andererseits durch die Fremdbestäubung bedingt.

Beginnend von den unteren Seitenknospen entfalten sich die Knospen allmählich an den höher liegenden Zweigen. Die Gipfelknospe öffnet sich in der Regel am Ende der

Austreibeperiode als letzte Knospe. LANGNER und STERN (1964) haben eine ziemlich gleichbleibende Differenz von acht bis neun Tagen vom Beginn des Austreibens des Einzelbaumes bis zum Austrieb der Gipfelknospe ohne große Abweichungen von den Mittelwerten festgestellt. Die Entwicklung der Gipfelknospe, ob durch Frost geschädigt oder nicht, ist entscheidend für das Schicksal frostgefährdeter Bäume. Das Wachstum der Triebe bis zur vollen Streckung zieht sich über mehrere Wochen bis Monate hin.

Während Fichtenknospen im Winterzustand frosthart sind und Kältegrade bis etwa - 30 °C ohne Schädigung aushalten, erfrieren die frisch gebildeten, zarten, wasserreichen Triebteile bereits bei wenigen Minusgraden. Die Frostgefährdung der fertig ausgebildeten Sproßteile nimmt mit zunehmender Verholzung ab.

Eine echte Frostresistenz kann durch Selektion spättreibender Individuen nicht erreicht werden. Das züchterische Ergebnis wird eine gegen Frost nur scheinresistente Fichte sein, weil das Auftreten der Spätfröste und das frostempfindliche Entwicklungsstadium in der Regel zeitlich nicht mehr zusammentreffen. Wenn die Selektion begrifflich auch nur zu einer Scheinresistenz und nicht zu einer echten Resistenz führt, darf dieser Umstand nicht dazu führen, die auf Scheinresistenz beruhende Zuchtungsmaßnahme in ihrer Wirkung für die forstliche Praxis zu unterschätzen.

Der Hinweis SCHÖNBACHS (1957), daß stark geschädigte oder geschwächte Pflanzen offenbar verzögert austreiben, wodurch Spättreiben vorgetäuscht werden kann, verdient bei allen Beurteilungen Beachtung.

Die Eigenschaft eines Baumes, früh oder spät auszutreiben, wird zweifelsfrei vererbt. Bei frei abgeblühten Mutterbäumen

wird allerdings wegen des unbekannten Austreibeverhaltens des väterlichen Partners nur ein Teil der Nachkommen dem Austreibetyp des Mutterbaumes entsprechen, der andere Teil nicht. Die Tatsache der Vererbung dieser Eigenschaft kann aber durch kontrollierte Kreuzung nachgewiesen werden.

Im allgemeinen beenden Fröhrtreiber ihre Vegetationszeit früh, Spättrreiber entsprechend später bei nahezu gleicher jährlicher Wachstumsdauer der beiden Typen, wie ROHMEDEK (1952) an einer Untersuchungsreihe beobachten konnte. Neben diesen Regelfällen gibt es aber auch Fröhrtreiber, die ihr Wachstum spät beenden, das sind Individuen mit besonders langer Vegetationsdauer, und Spättrreiber mit frühem Vegetationsabschluß, das sind solche mit extrem kurzer Wachstumsdauer. Fröhrtreiber mit frühem Vegetationsabschluß eignen sich am besten für Gebiete mit Frühfrösten, Spättrreiber mit spätem Vegetationsabschluß für Gebiete mit Spätfrösten und entsprechend langer Vegetationszeit. Fröhrtreiber mit langer Vegetationszeit sind besonders wertvoll für Gebiete mit langer Vegetationszeit und geringer Gefährdung durch Spät- und Frühfröste, Spättrreiber mit kurzer Vegetationszeit für Gebiete mit kurzer Vegetationszeit und Auftreten von Früh- und Spätfrösten. Nach diesen Untersuchungen von ROHMEDEK (1952) setzt das Höhenwachstum der beobachteten Spätfichten drei Wochen später ein (5. Juni) als bei den Frühfichten (15. Mai). Der zeitlich weit vor dem Ende der Vegetationszeit liegende Abschluß der Höhentriebbildung war bei der Gruppe "spättreibend und frühabschließend" nach 30 Tagen und bei der anderen extremen Gruppe "fröhrtreibend und spätabschließend" nach 71 Tagen beobachtet worden. Die durchschnittliche Dauer des Höhentriebwachstums der Gruppen "fröhrtreibend und frühabschließend" und "spättreibend und spätabschließend" lag erwartungsgemäß zwischen diesen Extremen.

Die Selektion der spältreibenden Fichten wird zweckmäßig durch mehrjährige Beobachtungen der Austreibezeit der Ausgangsbäume erreicht. Wenn die am spätesten ihre Knospen öffnenden Einzelbäume auch in ihrer Wuchsleistung und ihrem Gesundheitszustand befriedigen, können sie beerntet werden. Im Pflanzgarten ist anschließend im zweiten Jahr im Saatbeet und im vierten Jahr im Verschulbeet die Auslese auf Spältreiber unter den Nachkommenschaften fortzusetzen.

LANGNER und STERN (1964) fanden bei Nachkommen aus gelenkten Fichtenkreuzungen mit früh- und spältreibenden Individuen eine nahezu lineare Abhängigkeit ihrer Austreibezeit von derjenigen der Eltern mit einer Heritabilität i. e. S. von 0,75, d. h. einem Korrelationskoeffizienten von mehr als 0,85. Dieses Ergebnis läßt einen guten Erfolg bei einer Massenauslese aus Früh- und Spältreibern erwarten. Zum Nachweis einer drei- bis viertägigen Differenz im Austreibetermin von zwölf Prüfgliedern werden bei der Prüfung im Pflanzgarten 40 Pflanzen je Prüfglied, bei sechs- bis achttägiger Differenz nur zehn Pflanzen je Prüfglied benötigt. Die genannten Autoren haben außerdem festgestellt, daß bei ihren Versuchsanlagen eine Wiederholung bereits über 85 % der für das Merkmal Austrieb erhältlichen Information gebracht hat. Nur eine wesentlich größere Zahl von Wiederholungen hätte diesen Wert um mehr als 10 % verbessert. Der festgestellte geringe Einfluß der Böden war ein erneuter Beweis für die sehr starke genetische Abhängigkeit des Merkmals.

4. Das Wuchsverhalten der Früh- und Spältreiber in frostfreien Lagen

Das zeitige Austreiben der Frühreiber ließ in früherer Zeit vermuten, daß diese eine längere Vegetationszeit haben als Spätfichten, daher mehr Assimilate erzeugen und

für das Wachstum zur Verfügung haben. Folglich müßten bei einem Vergleich von Früh- und Spättreibern in frostfreien Lagen die Fröhrtreiber im Wuchsverhalten besser abschneiden. Bei Beobachtungen in einer größeren Zahl von Beständen in frostfreien Lagen waren jedoch nach MÜNCH (1923) Früh- und Spättreiber nahezu gleichwüchsig. Ergiebige oder länger anhaltende Assimilation der Spättreiber gegen Ende der Vegetationszeit gleichen das verspätete Austreiben aus. Die Fröhrtreiber dagegen schließen im Durchschnitt ihre Wachstumsperiode eher ab als die Spättreiber, was bereits im Abschnitt I 3 durch die Untersuchungen von ROHMEDER (1952) belegt wurde. Der Zeitpunkt der Knospenentfaltung ist deshalb bei ungestörten und gleichen äußeren Wuchsbedingungen kein Anhaltspunkt und Maßstab für die Wuchsleistung der Fichte, zumindest nicht bei Fichten gleicher Herkunft.

Im Rahmen eines großen Vererbungs- und Züchtungsversuches mit Fichten-Einzelbäumen, bei dem sowohl die Austreibezeit der Mutterbäume fünf Jahre lang, als auch die der Nachkommenschaften festgestellt wurde, hat ROHMEDER (1948) nachgewiesen, daß bei den 58-jährigen Mutterbäumen bei einer erheblichen Streubreite die Mittelwerte für Höhe, Durchmesser und Schaftholzmasse für Früh- und Spättreiber annähernd gleich sind. Ebenso wurden an den fünf am frühesten austreibenden Nachkommenschaften und den fünf am spätesten austreibenden im Alter von 9 Jahren übereinstimmende Durchschnittshöhen ermittelt.

Zu einem gleichen Ergebnis führte die siebenjährige Beobachtung von früh- und spättreibenden Buchen im Versuchsgarten Grafrath (ROHMEDER, 1934). Die Buchen wurden im dreijährigen Alter nach ihrem Austreibetyp in vier Gruppen (Gruppe I frühesttreibend, Gruppe IV spätesttreibend) sortiert und standen dann vom vierten bis zum zehnten Lebensjahr in weitem Verband verschult unter eingehender Kontrolle. Am

Ende des zehnten Lebensjahres waren die durchschnittlichen Wuchsleistungen der Früh- und Spättreiber fast gleich, nachdem schwere Fröste, die den Gipfeltrieb hätten schädigen können, nicht aufgetreten waren.

Autochthone Fichten aus Hochlagen treiben, in tieferen Lagen angebaut, früher aus und wachsen langsamer als die dort beheimateten Tieflandsfichten. Herkünfte, die sich in rauen Klimazonen an relativ niedrige Temperaturen und kürzere Vegetationszeiten angepaßt haben, werden bei Verpflanzung in weniger raue Klimabereiche bereits durch die ersten warmen Frühjahrstemperaturen zum Entfalten der Knospen veranlaßt. MÜNCH fand in seinen Versuchen diese bereits von CIESLAR (1895, 1907) und ENGLER (1913) gesammelten Erfahrungen erneut bestätigt.

Hochlagenfichten und in gleicher Weise nordische Fichten vermögen nicht die längere Vegetationszeit im günstigeren Klimabereich voll auszunutzen, sondern schließen ihr Wachstum entsprechend der Vegetationsdauer ihres heimatlichen Klimabereichs früher ab. Diese Fichten bleiben im Wachstum hinter Tieflandsfichten zurück. Durch jahrhundertelange natürliche Auslese ist im rauen Klima über Generationen hinweg eine Klimarasse mit der Anlage zu kürzerer Wachstumsperiode entstanden.

Für frostfreie Lagen sind daher relativ frühtreibende und spät das Wachstum abschließende Fichten mit der Fähigkeit zu kräftigem Wachstum über eine lange Vegetationszeit am wertvollsten.

5. Das Wuchsverhalten der Früh- und Spättreiber in aus- gesprochenen Frostlagen

Fichten in frostgefährdeten Lagen bleiben nach MÜNCH (1923) vielfach in der Knospenentfaltung und damit der Bildung

saftfrischen Grüns gegenüber Fichten auf frostfreien Standorten so deutlich zurück, daß im Frühjahr Frostlagen schon rein an diesen Farbunterschieden erkannt werden können. Für diese Erscheinung sind nicht nur die Wärmeeinflüsse, sondern vorwiegend die innere Veranlagung der dort stockenden Fichten maßgebend. Frühtreiber werden auf Frostflächen durch wiederholte Spätfröste schwer geschädigt und zuletzt ausgemerzt, so daß zuletzt nur noch Fichten mit der Anlage zu spätem Austreiben verbleiben. MÜNCH hat durch umfangreiche Messungen in Frostlagen festgestellt, daß in den untersuchten Fällen Frühtreiber im durchschnittlichen Höhenwachstum wesentlich hinter den Spättreibern lagen, deren durchschnittliche Höhe fast doppelt so groß war. Die größten Höhendifferenzen gegenüber frostfreien Lagen waren meist in extremen Frostlagen zu finden.

Im Revier Altenberg (760 - 780 m ü. NN) betrug im Alter 15 die durchschnittliche Höhe der vollausgetriebenen Frühtreiber am Beobachtungstag 38 bis 66 cm je nach Aufnahme- fläche, die der Spättreiber, die sich noch im Winterzustand befanden, dagegen 78 bis 131 cm, das bedeutet eine Mehrleistung der Späten von 95 bis 122 %. In nur selten von Frösten betroffenen Lagen des gleichen Reviers zeigten 16-jährige Spättreiber mit durchschnittlichen Höhen von 117 bis 194 cm eine um 23- bis 55 prozentige Mehrleistung gegenüber den vollausgetriebenen Frühtreibern dieser Flächen.

MÜNCH hält trotz seiner Feststellungen den Einwand für beachtenswert und die Möglichkeit für gegeben, daß in Frostlöchern mit Frösten bis in den Sommer auch die bereits ausgetriebenen Spätesttreiber noch Schäden erleiden können, weil deren Triebe noch nicht sehr stark verholzt und dadurch sogar frostgefährdeter sind als die der Frühtreiber. Bei extrem späten Frösten (Juni/Juli) können Spättreiber daher ausnahmsweise gefährdeter sein als Frühtreiber.

Auf den RUBNERSchen Fichtenprovenienzflächen in Thüringen und Sachsen haben sich von 32, auf extrem durch Spätfröste gefährdetem Standort angebauten Herkünften verschiedener Höhenlagen nur drei spät- und sehr spättreibende Herkünfte als eindeutig im Wuchs überlegen erwiesen. SCHÖNBACH (1957) deutet dies als überzeugenden Beweis für die viel zu wenig beobachtete Empfehlung MÜNCHs, in Frostlagen ausschließlich spättreibende Populationen zu verwenden.

Beobachtungen MÜNCHs in einer an Altholz angrenzenden Fichtenkultur haben ergeben, daß in den dem Altbestand nächstgelegenen Teilen infolge des Seitenschutzes die Frostwirkung gering gewesen sein muß, da hier die Höhenunterschiede zwischen Früh- und Spätreibern gering waren. Mit zunehmender Entfernung vom Altholzrand wurden die Höhenunterschiede deutlich. In den völlig ungeschützten Teilen waren die Höhenunterschiede und die Gesamthöhe wieder gering. MÜNCH führt dies auf die selektierende Frostwirkung zurück, die zum Verschwinden eines Großteils der Fröhreibern und deshalb zur Abnahme des Prozentsatzes der Fröhreibern geführt haben muß.

FABRICIUS (unveröffentlicht) ließ 1928 in einer Fichten-naturansamung im damaligen Lehrrevier Grafrath gegen Ende des Austreibzeitraumes auf einer Teilfläche alle Fröhreibern entfernen, auf der benachbarten Fläche alle Spätreibern (siehe Abb. 2). Die Wachstumsunterschiede blieben jahrelang deutlich erkennbar. Was hier durch menschlichen Einfluß erreicht wurde, nämlich das Ausmerzen der Fröhreibern auf einer Fläche, bewerkstelligt die Natur durch die Wirkung wiederholter Spätfröste.

Unterschiede im Wuchsverhalten von Früh- und Spätreibern lassen sich am besten in jungen Beständen beobachten. In älteren Beständen sind die Unterschiede auf Frostflächen deshalb nicht mehr so groß, weil die meisten Früh- und Fröhrestreibern abgestorben oder von den Späten überwachsen

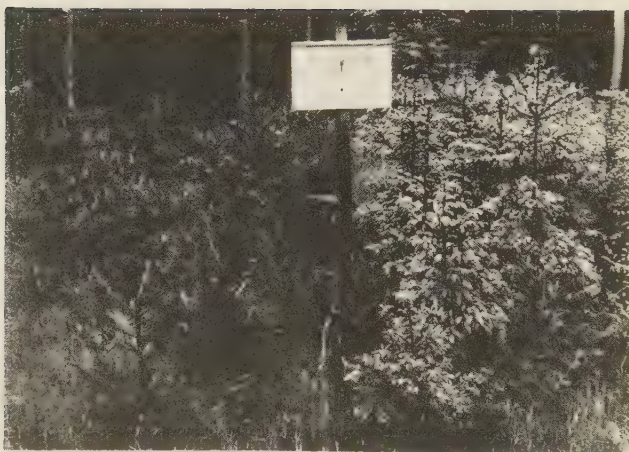


Abb. 2 Spät- und Frühtreiber in einer Fichten-Population (Versuch des Münchner Waldbau-Institutes unter FABRICIUS, 1928)

und verdrängt worden sind. Sofern die Höhenwuchsunterschiede zwischen Früh- und Spättreibern nicht allzu groß sind, verwischen sich diese zum Teil auch dadurch, daß beide "Sorten" nach Überwinden der Frostregion mit gleichgroßen Höhentrieben weiterwachsen. Dadurch verringern sich rein rechnerisch die prozentualen Unterschiede zwischen Früh- und Spättreibern. Häufiges Auftreten von starken Frösten wirft auf lange Sicht die Frühtreiber erheblich zurück und beläßt überwiegend Spät- und Spätesttreiber auf der Fläche.

TROEGER (1958) konnte auf Fichtenversuchsflächen in Württemberg bei sehr spät austreibenden Fichten feststellen, daß ihre Wuchsleistung hinter der von den Spättreibern lag.

MÜNCH hat im oberen Vogtland extreme Frostlagen als Ausnahme gefunden, in denen auch bei wiederholter Bepflanzung keine Fichte durchgebracht werden konnte, weil alle Fichten den Frösten erlagen.

Die Triebbildung steht im Zusammenhang mit der Witterung des Vorjahres bzw. mit der Bildung der Nährstoffreserven des Vorjahrs. Die Schädigung bereits vollständig oder fast vollständig entwickelter Triebe durch sehr spät auftretende Fröste verhindert die Bildung eines neuen Triebes im gleichen Jahr, da die Nährstoffreserven weitgehend aufgebraucht sind. Eine solche Schädigung wirkt sich dadurch auch auf die Zuwachsleistung des nächsten Jahres aus, da bei Vernichtung aller jungen Triebe die Assimilationsleistung stark eingeschränkt ist. Bei Schädigung ganz kurzer Triebteile, bei Fröhreibern zu einem frühen Zeitpunkt, bei Spättreibern zu einem späten Zeitpunkt, hat die Pflanze noch ausreichend Reserven zur Bildung neuer Triebe im gleichen Jahr oder zur besseren Ausbildung ungeschädigter Triebe (MÜNCH, 1923). Die Spättreiber haben im Vergleich zu den Fröhreibern vor Ablauf der Vegetationszeit die kürzeren Triebe im Zeitpunkt eines sehr späten Frostes, so daß sie bei der Ersatztriebbildung infolge des noch geringen Nährstoffverbrauchs im Vorteil sind.

Fichten, aus einem Klimabereich in einen anderen Klimabereich verpflanzt, behalten die bisherige ererbte Wachstumsdauer im neuen Klimabereich weitgehend bei. Daraus folgt, daß Fichten aus einem milderen Klima bzw. einer Tieflage in rauheren bzw. höheren Lagen bis in die Zeit der Frühfröste weiterwachsen und infolge ihrer noch nicht ausgereiften, unverholzten Triebe geschädigt werden. Unter Berücksichtigung des in Abschnitt I 4 geschilderten Verhaltens der Fichten, die aus Hochlagen in tiefere Lagen verbracht wurden, wird festgestellt, daß Fichten aus

höheren Lagen in Frostlagen wegen ihres frühen Austreibens nicht verwendet werden dürfen. Fichten aus tieferen Lagen treiben zwar später aus, durch ihr länger anhaltendes Wachstum sind sie aber durch Frühfröste je nach deren zeitlichem Auftreten mehr oder weniger gefährdet.

6. Beziehungen zwischen Austreibzeit und anderen Eigenschaften

Austreibzeit und Wuchsverhalten

Die ostpreußische Herkunft Borken, die RUBNER in seinem Fichtenprovenienzversuch im Bayer. Wald, in Thüringen, Sachsen und Württemberg angebaut hat, zeigt als überwiegend sehr spät austreibende Herkunft nicht in allen Fällen einheitliches Wuchsverhalten. In Thüringen wird ein Leistungsabfall im Gegensatz zu den anderen Anbauorten beobachtet. Die Feststellung, daß spätes Austreiben zu einer minderleistung führt, wie dies TROEGER (1958) bemerkt, wird durch das Verhalten der Herkunft Borken auf den Flächen Bischofsreuth/Bayer. Wald und in Obertal/Württ. nicht bestätigt. ROHMEDER (1952) schildert Fälle von Frühtreibern, die ihr Wachstum spät abschließen und Fälle von Spättreibern, die ihr Wachstum relativ früh einstellen, abweichend von der häufigeren Erscheinung, daß Frühtreiber früh und Spättreiber spät ihr Höhenwachstum beenden. Da über die Dauer der Vegetationszeit der Herkunft Borken anscheinend keine Erhebungen vorliegen, ist der wahre Grund für das unterschiedliche Wuchsverhalten dieser Herkunft auf verschiedenen Standorten vorläufig nicht bekannt. Das Wuchsverhalten der sehr spätreibenden Herkunft auf der in einem sehr rauen Klimabereich des Bayer. Waldes in 1010 m Höhe gelegenen Versuchsfläche läßt die Feststellung zu, daß zumindest dort bis zum gegenwärtigen Alter 34 befriedigendes Wachstum mit der Eigenschaft "sehr spätes Aus-

treiben" in engem Zusammenhang steht. In Schweden (LANGLET, 1960) war bei der Beobachtung verschiedener mitteleuropäischer Herkünfte ein Zusammenhang zwischen Austreibzeitpunkt und Baumhöhe nicht festzustellen.

Austreibzeit und Zapfenfarbe

Bei autochthonen Fichtenvorkommen ist ein gewisser Zusammenhang zwischen Zapfenfarbe und Austreibzeit wahrscheinlich. Bodenständige Tieflandsfichten tragen überwiegend grüne Zapfen und sollen nach Ansicht verschiedener Autoren (MÜNCH, 1923, 1928; HUBER, 1824; ZEDERBAUER, 1910; NEUMEISTER, 1923) später ihre Knospen öffnen als die auf gleichem Standort, also auch in Tieflagen angebauten rotzapfigen, die ursprünglich vorwiegend in höheren Gebirgslagen beheimatet waren. (Das frühere Austreiben der aus Hochlagen in Tieflagen verbrachten Pflanzen wurde bereits in Abschnitt I 4 erwähnt). MÜNCH hat bei seinen Untersuchungen dieser Frage große Aufmerksamkeit geschenkt und einen Zusammenhang zwischen Austreibzeit und Zapfenfarbe bejaht. Er gründet seine Ansicht auf Beobachtungen an den Nachkommenschaften von grün- und rotzapfigen Fichten, gibt allerdings zu, daß die Unterschiede "rotzapfig = frühtreibend", "grünzapfig = spättreibend" nur im Durchschnitt zutreffen, daß jedoch die Einzelbäume in weiten Grenzen in ihrer Austreibzeit streuen.

Da es in Mitteleuropa und vor allem in Deutschland nur noch wenige Reste bodenständiger Fichten gibt, hat die angeschnittene Frage keine praktische Bedeutung mehr. Die jahrhundertelange wahllose Saatgutverwendung führte zu einer solchen Vermischung aller Erbanlagen, daß in allen Waldgebieten in Tief- und Hochlagen heute rein grün- und rein rotzapfige Fichten und zahlreiche Individuen mit einer aus der Kreuzung der beiden Formen entstandenen gemischten Zapfenfarbe anzutreffen sind.

Im früheren Lehrrevier Grafrath hat FABRICIUS in den Jahren 1926 und 1927 insgesamt 86 Fichtenaltbäume mit rein grüner oder rein roter Zapfenfarbe auswählen lassen, deren Austreibzeitpunkt acht Jahre lang beobachtet wurde. Nach dem ersten Beobachtungsjahr wurden paarweise vor allem nebeneinander stehende Fichten ausgewählt, von denen die eine grüne, die andere rote Zapfen trug.

Die Austreibzeitbeobachtungen, die nach Abschluß der achtjährigen Beobachtung von ROHMEDER (1936) ausgewertet wurden, haben ergeben, daß im Mittel alle rotzapfigen und alle grünzapfigen Fichten fast auf den Tag genau zum gleichen Zeitpunkt ihre Knospen öffneten. Dabei gibt es aber rotzapfige Einzelbäume, die sehr früh, andere, die sehr spät austreiben, ebenso grünzapfige früh- und spätaustreibende Individuen (siehe Abb. 3).

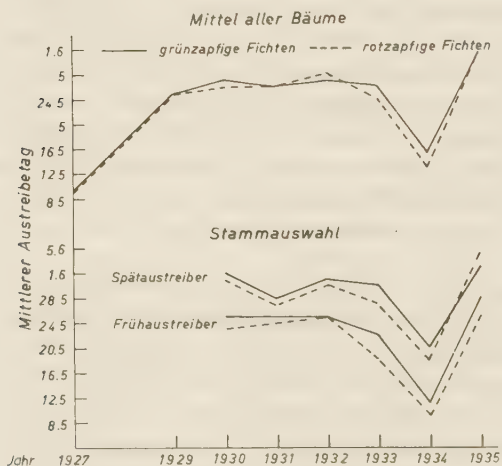


Abb.3 Mittl. Austreibetermine von rot- und grünzapfigen Fichten

(nach ROHMEDER, 1936)

Austreibezeit und Lichtbedarf bzw. Durrempfindlichkeit

Zusammenhänge zwischen Austreibezeit und Lichtbedarf wurden bisher nur vermutet, aber nicht bestätigt. Es ist noch ungeklärt, ob Frühtreiber tatsächlich mehr Licht benötigen als Spätreiber. Große Wahrscheinlichkeit kommt dieser Hypothese nicht zu. Ebenso sind Anzeichen, daß Frühtreiber durch Durreperioden stärker in Mitleidenschaft gezogen werden als Spätreiber (WIEDEMANN, 1923; WEISSWANGE und GÄRTNER, 1928), noch nicht eindeutig geklärt.

Austreibezeit und Gallenlausbefall

BISCHOFF, EWERT und THALENHORST (1969) haben die Frage untersucht, ob und inwieweit ein Zusammenhang zwischen Austreibetyp der Fichte und Gallenlausbefall besteht. Im großen Durchschnitt entwickeln sich die Pseudofundatrices früher an Frühtreibern als an Spätreibern. Zeitpunkt und Intensität des Auftretens von Räubern sind anscheinend als starker Einfluß auf den Gallenlausbefall zu berücksichtigen. Das Zusammenspiel von Austreibezeitpunkt, Entwicklung der Gallenlaus und dem Auftreten von Räubern kann durch Klima und Biotyp so beeinflußt werden, daß viele Verschiebungen der einzelnen Phasen denkbar sind. Trotz Schwierigkeiten beim Orts- und Zeitvergleich der Untersuchungen zeichnen sich einige Tendenzen ab, die noch weiter bestätigt werden müssen, nämlich höchster Besatz der Mittel- und Mittel-frühtreiber, dagegen geringste Besiedlung extremer Spätreiber mit Gallen der Gallenlaus *Sacchiphantes abietis* (L.). Wenn die beobachtete Tendenz des sehr schwachen Befalls extremer Spätreiber durch weitere Untersuchungen bestätigt wird, bedeutet die Verwendung von Spätreibern eine weitere Verminderung der Gefährdungen in Frostlagen.

Austreibezeit und Nonnenfraß

Ähnlich wie bei den Beobachtungen am Gallenlausbefall hat sich bei Nonnenkalamitäten in Ostpreußen (MITSCHERLICH

und WELLENSTEIN, 1942) und in Bayern (ROHMEDE, 1948) gezeigt, daß spätes Austreiben der Fichten und Nonnenfraß negativ korreliert sind. Hohe Frühjahrstemperaturen fördern das frühe Ausschlüpfen und die rasche Entwicklung der Raupen. Die jungen, geschlüpften Raupen benötigen bis zu ihrer dritten Häutung zu ihrer Ernährung frisch ausgetriebene zarte Nadeln. Spättreiber bieten ihnen noch keine Nahrung. Die Sterblichkeitsquote der auf Spättreibern ausgeschlüpften Raupen ist deshalb sehr hoch. Fraß abgewandelter und später zurückgewandelter Raupen in fortgeschrittenem Entwicklungsstadium schädigt Spättreiber nicht mehr allzu stark.

Insekten, deren Entwicklungszyklus jahreszeitlich spät beginnt, können umgekehrt Spättreiber stark, d. h. mehr als Frühtreiber, in Mitleidenschaft ziehen, wie zum Beispiel die kleine Fichtenblattwespe *Lygaeonematus abietum* Htg. (FRÖHLICH, 1968). In feuchterem Klima entwickelt sich dieses Insekt zeitlich früher, so daß dort die Frühtreiber stärker geschädigt werden.

Diese Beispiele lassen erkennen, wie unterschiedlich die Auswirkungen aus dem Zusammentreffen von innerer Veranlagung und Umwelteinflüssen sein können und welche Probleme sich für die Resistenzzüchtung ergeben.

Austreibezeit und Holzeigenschaften

Der Austreibzeitpunkt ist der sichtbare Ausdruck für die Einleitung des jährlichen Wachstums. Zwischen Beginn und Ende des jährlichen Wachstums liegt die Zeit der Frühholz- und Spätholzbildung. Der Spätholzanteil steht in Zusammenhang mit der Jahrringbreite und ist vom jährlichen Wachstumsabschluß abhängig, wie DIETRICHSSON (cit. nach LANGNER und STERN, 1964) in Skandinavien nachgewiesen hat. Unter besonders rauen Klimaverhältnissen im Hochgebirge kann der Anteil an Spätholz gering sein (v. PECHMANN, 1961).

Es bestehen gegenwärtig nur theoretische Überlegungen über Zusammenhänge zwischen Austreibzeit und Holzeigenschaften, insbesondere dem spezifischen Gewicht. LANGNER und STERN (1964) haben in einem ersten Versuch einen konstanten Zeitraum für die Spätholzbildung unterstellt. Hieraus müßte sich bei variablem Austriebsbeginn bzw. früherem Beginn der Frühholzbildung ein unterschiedlicher Spätholzanteil und folglich ein unterschiedliches spezifisches Gewicht ergeben. Die errechneten Korrelationen zwischen Austrieb und Spätholzanteil waren nach dem bisherigen Ansatz der Berechnungen nicht signifikant. Gewisse Abhängigkeiten sind aber zu erkennen.

Austreibzeit und Fruktifikation

MÜNCH (cit. nach ROHMEDEK und SCHÖNBACH, 1959) schildert, daß in bestimmten Jahren vorzugsweise die Spättreiber fruktifizieren, besonders dann, wenn die Blüte der Frühblüher Frösten zum Opfer fällt. In anderen Jahren fruchten vorwiegend die Frühblüher, weil die Spätblüher im vorausgegangenen Jahr fruktifizierten und daher keine für die Fruktifikation ausreichenden Nährstoffreserven besitzen. Im gleichen Wuchsgebiet und im gleichen Bestand können in solchen Fällen jahrgangsweise nebeneinander physiologisch unterschiedliche Nachkommen entstehen. Es ist ferner bekannt, daß Fichten in tieferen Lagen früher blühen und fruchten als Fichten höherer Lagen. Dadurch wird die gegenseitige Befruchtung erschwert. Diese Isolation bewirkt im Laufe der Zeit eine rassische Differenzierung.

Als Folgerung aus den Darlegungen des ersten Abschnittes kann trotz einiger bleibender Unklarheiten über den jeweiligen Anteil von Umwelt und Erbgut am Verhalten einer Baumart oder Herkunft festgestellt werden, daß die Natur die Möglichkeit bietet, für Frostlagen Fichtenherkünfte mit gutem Zuwachs, spätem Austreiben und relativ frühem

Wachstumsabschluß im Herbst zu finden. Dadurch kann eine unmittelbare und starke Verbesserung der Wuchsleistung von Fichtenkulturen in ungünstigen Lagen erreicht werden.

II. Versuche des Institutes für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung in München zur Züchtung spätreibender Fichten

A. Beobachtung und Auslese von spätreibenden Altfichten in Beständen 16 bayerischer Forstämter

1. Material und Methode

Im Jahre 1959 wurden mit Unterstützung der zuständigen Forstbeamten in 16 bayerischen Forstämtern insgesamt 80 Bestände ausgewählt (Abb. 4), um das Austreibeverhalten der Baumart Fichte allgemein sowie an bestimmten Einzelbäumen zu untersuchen. Das Alter dieser Bestände lag zumeist zwischen 80 und 120 Jahren; der jüngste Bestand war 60, der älteste 250 Jahre alt. Bei den ausgewählten Einzelbäumen dieser Bestände handelt es sich um spätreibende Fichten, deren Zahl insgesamt 1075 beträgt und die für eine fortlaufende Beobachtung dauerhaft gekennzeichnet waren. Das Austreiben der Bestände und der bezifferten spätreibenden Bäume wurde von 1959 bis 1964, also sechs Jahre lang, jeweils im Frühjahr nach einem einheitlichen Schema aufgenommen.

Das Institut war wohl an der Auswahl der Bestände beteiligt, aber nicht an der Durchführung der Beobachtungen, die zwangsläufig einem größeren Personenkreis übertragen werden mußte. Aus dieser Tatsache können sich gewisse Abweichungen bei den zu schätzenden Austreibeterminen ergeben, die sich jedoch bei der Errechnung der Durchschnittswerte weitgehend ausgleichen dürften.



Die Mehrzahl der Beobachtungsbestände ist durch künstliche Begründung mit Saat- bzw. Pflanzgut unbekannter Herkunft entstanden. Nur ein geringer Teil kann wahrscheinlich als autochthon angesehen werden. In die Untersuchungen wurden auch einige Bestände einbezogen, die außerhalb des natürlichen Verbreitungsgebietes der Baumart angebaut worden waren. Sehr unterschiedlich waren die erfaßten Bestandsformen, sie reichen von Fichten-Reinbeständen bis zu solchen, in denen die untersuchte Baumart lediglich als Beimischung vertreten war. Bei der Auswertung der vorliegenden Austreibbeobachtungen werden die Bestände eines Forstamtes jeweils unter dem Begriff "Herkunft" zusammengefaßt, soweit nicht gravierende Unterschiede entgegenstehen, wie beispielsweise die im Forstamt Zwiesel-Ost von 630 m bis 1220 m ansteigende Höhenlage.

Für die Festlegung des Austreibzeitpunktes wird generell der Zustand maßgebend, in dem die sichtbaren Triebknospen im äußeren Kronenmantel des Baumes geöffnet, d. h. voll ergrünt waren. In dem sechsjährigen Beobachtungszeitraum wurden alljährlich in den Beständen folgende drei Termine festgehalten:

- a) Datum des Austriebs der frühesttreibenden Individuen in der Oberschicht, gleichzusetzen mit dem Beginn des Austreibens in einem Bestand;
- b) Datum des Austriebs von etwa der Hälfte aller Fichten in der Oberschicht im Beobachtungsbestand; dieses Datum kann als "mittlerer Austreibetermin des Bestandes" bezeichnet werden (abgekürzt mittlerer AT);
- c) Datum des Austriebs der 10 bis 15 spätesttreibenden Bäume in der Oberschicht, die am Anfang ausgesucht und gekennzeichnet worden waren.

Es ist seit langem bekannt, daß das Austreiben als sichtbares Zeichen für den Wachstumsbeginn von Individuen und Beständen eine durch die jeweiligen Umweltbedingungen modifizierte Erbeigenschaft darstellt. Die Fülle des vorliegenden Materials bietet eine gute Möglichkeit, diesen Tatbestand anhand von Beispielen eingehend zu untersuchen. Von Interesse ist dabei vor allem die Länge des Zeitraumes, der zwischen dem Austreibepunkt der Fröhrtreiber und dem der Spättrreiber innerhalb eines Bestandes liegt. Aufgrund der nahezu einheitlichen Umweltbedingungen innerhalb einer solchen Teilpopulation erhellt daraus die erbbedingte Variation der Individuen hinsichtlich ihres Austreibeverhaltens. Im Hinblick auf das Züchtungsziel kommt es dabei auf die spättreibenden Bäume eines Bestandes an, die durch Spätfröste nicht oder wenig gefährdet und daher in ihrem Wachstum kaum behindert sind. Es ist anzunehmen, daß je nach der Häufigkeit und der Stärke der an den verschiedenen Standorten auftretenden Spätfröste in der Vergangenheit bereits eine mehr oder minder intensive natürliche Auslese die extremen Fröhrtreiber in den Beständen eliminiert hat.

Unter dem Einfluß der von Jahr zu Jahr verschiedenen Witterungsverhältnisse wird im einzelnen Bestand nicht nur der Wachstumsbeginn der Fröhrtreiber verändert, sondern der aller Individuen, also auch der Austreibetermin der Spättrreiber. Dadurch verschiebt sich zwangsläufig der "mittlere Austreibetermin des Bestandes", definiert als der Zeitpunkt, an dem die Hälfte aller Bestandsglieder der Oberschicht ausgetrieben hat; ferner kommt es auch zur Verkürzung bzw. Verlängerung des Zeitraumes zwischen dem Austreibetermin der

Frühtreiber und dem der Spättreiber. Das genetisch fixierte Austreibeverhalten der Individuen einer Teilpopulation wird entsprechend durch die jährlichen Umweltbedingungen modifiziert, wobei sich insbesondere die Faktoren Temperatur, Strahlung und Niederschlag auswirken. Der Vergleich der jährlichen Beobachtungsergebnisse gibt daher jeweils Aufschluß über das ungefähre Maß der umweltbedingten Abweichungen im Austreibeverhalten einer Teilpopulation.

Die aus den sechsjährigen Beobachtungen hergeleiteten Mittelwerte der einzelnen Bestände gewähren infolge des Ausgleichs von Witterungsverhältnissen und Aufnahme Fehlern einen ziemlich genauen Einblick in das erbbedingte Austreibeverhalten dieser Teilpopulation. Als ungenauer, aber in der Größenordnung noch zutreffend, sind die jeweils aus den Werten mehrerer Bestände errechneten Durchschnittswerte der einzelnen Herkünfte zu beurteilen. Auf diese Durchschnittswerte der Herkünfte kann nicht verzichtet werden, weil sie eine bessere Übersicht über das umfangreiche Material ermöglichen und für eine Gruppenbildung notwendig sind. Es ist klar, daß aus dem Vergleich der Herkunftsdurchschnittswerte Aussagen über den Einfluß von Erbgut und Umwelt nicht mehr möglich sind, weil die Standortverhältnisse im allgemeinen wesentliche Unterschiede aufweisen.

Um zu einer Gliederung des umfangreichen Materials zu kommen, wurde der "durchschnittlich mittlere Austreibetermin" als Ordnungskriterium gewählt. Die sich daraus ergebende Reihenfolge der Forstämter (= Herkünfte) wurde generell beibehalten. Innerhalb eines Forstamtes sind die einzelnen Bestände nach der zunehmenden Höhenlage geordnet und fortlaufend numeriert worden.

2. Ergebnisse

a) Bestände

Als Ergebnis kann zunächst allgemein festgehalten werden, daß das Austreibeverhalten der verschiedenen Bestände über den sechsjährigen Beobachtungszeitraum hinweg ziemlich ähnlich ist: In Jahren mit früher Vegetationsentwicklung öffnen alle Bestände ihre Knospen früh, in Jahren mit verzögertem Vegetationsbeginn entsprechend spät.

Wie aus der Bestandsliste (Übersicht I⁺) zu ersehen ist, beginnen die "frühesten" Bestände Ende April auszutreiben (in den Forstämtern Mittelsinn, Königsberg, Weisingen, Ansbach). Unter ungünstigen Bedingungen verzögert sich das Austreiben bis Ende Mai/Anfang Juni (in den Forstämtern Fichtelberg, Zwiesel-Ost, Oberammergau). Im allgemeinen hat jeweils sieben bis elf Tage später die Hälfte der Individuen eines Bestandes ausgetrieben. Die Beobachtungsergebnisse der spättreibenden Einzelbäume, die zu Mittelwerten zusammengefaßt wurden, zeigen, daß diese Mittelwerte der Spättreiber jeweils etwa acht bis zwölf Tage später liegen als der mittl. AT.

Überblickt man das Austreibeverhalten der Bestände im einzelnen, so zeigt sich, daß zwischen den Beobachtungsjahren ganz erhebliche Unterschiede bestehen. Je nach der Frühjahrswitterung treibt ein Bestand früher oder später aus. Im allgemeinen verhält er sich

⁺) Diese Übersicht und zwei weitere (mit römischen Ziffern bezeichnet) befinden sich im Anhang.

dabei "normal", d. h. dem Durchschnitt der übrigen Teilpopulationen eines Forstamts oder größeren Gebietes entsprechend. Daher gibt es Forstämter, in denen kaum nennenswerte Unterschiede zwischen den verschiedenen Beständen vorhanden sind. Beispielsweise differieren die vier Bestände im Forstamt Schernfeld hinsichtlich aller drei Beobachtungstermine in den sechs Jahren nicht mehr als zwei Tage; die drei Bestände im Forstamt Mähring weisen in Austreibebeginn und mittl. AT Unterschiede von maximal nur drei Tagen auf. Die Bestände Nr. 9 bis 14 im Forstamt Ansbach und Nr. 17 bis 21 im Forstamt Feuchtwangen stimmen in ihrem Austreibeverhalten ebenfalls gut überein; in einzelnen Fällen beträgt die Differenz zwar bis zu sechs Tage, doch im Durchschnitt sind es nur drei Tage. Für die genannten Beispiele ist festzustellen, daß die Höhenlage der verglichenen Bestände keine oder nur geringe Unterschiede (bis zu 15 m) aufweist. In anderen Forstämtern treten jedoch größere Zeitabstände zwischen dem Austreiben der einzelnen Bestände auf. Besonders extrem sind diese im Forstamt Bad Steben, wo maximal 25 Tage Differenz zwischen den sieben Beständen in allen drei Beobachtungsphasen sich ergeben. Der Unterschied in der Höhenlage der Bestände (insgesamt rd. 140 m) allein erklärt diesen Sachverhalt nicht ausreichend; es muß sich in diesem Falle um genetisch sehr heterogene Teilpopulationen handeln. Diese Feststellung gilt ferner auch für das Forstamt Anzing in begrenztem Maße, wo bei einer Höhendifferenz von nur acht Metern zwischen den sieben Beständen maximal 20 Tage Abstand im Austreibebeginn gefunden wurden.

In ihrer Gesamtheit besonders auffällig sind die Austreibetermine der Jahre 1961 und 1962. Innerhalb

des sechsjährigen Beobachtungszeitraums ist 1961 das Jahr, in dem die meisten Bestände am frühesten treiben, im Jahre 1962 hingegen zeigt die Mehrzahl der Bestände ihren spätesten Austreibetermin. Bereits am 10. April 1961 haben die beiden Bestände des Forstamtes Weisingen mit dem Austreiben begonnen, nur ein einziger Bestand im Forstamt Feuchtwangen hatte 1959 schon so früh ausgetrieben. In diesem Jahr mit extrem frühem Beginn der Vegetationszeit öffnen viele Bestände ihre Knospen bereits Ende April, während ihr Austreibebeginn in allen anderen Jahren frühestens Anfang Mai liegt (besonders deutlich in den Forstämtern Bad Steben, Anzing und teilweise in Feuchtwangen). Eine Ausnahme bilden mehrere der hochgelegenen Bestände in den Forstämtern Ramsau, Zwiesel-Ost und Oberammergau und drei Bestände im Forstamt Feuchtwangen (Nr. 27 bis 29), die nicht 1961 den frühesten Beginn aufweisen, sondern 1959 oder 1964.

Ebenso, wie der Austreibebeginn, liegt jeweils auch der Zeitpunkt, zu dem die Hälfte der Individuen eines Bestandes ausgetrieben hat, im Jahre 1961 sehr zeitig. In vielen Fällen verläuft die Entwicklung vom Beginn des Austreibens bis zum mittl. AT in den Beständen ganz parallel, so daß an den verschiedenen Beobachtungsterminen die gleiche Reihenfolge der Bestände besteht. Es gibt jedoch auch Ausnahmefälle, in denen dieser Ablauf nicht gleichmäßig ist und daher in anderen Jahren, also nicht 1961 der früheste mittl. AT zu finden ist:

Forstamt	Beginn des Treibens		Mittlerer AT	
	<u>1959</u>	<u>1961</u>	<u>1959</u>	<u>1961</u>
Anzing Nr. 63	8.5.	12.5.	21.5.	18.5.
Fichtelberg Nr. 69	4.5.	1.5.	15.5.	17.5.
	<u>1961</u>	<u>1964</u>	<u>1961</u>	<u>1964</u>
Zwiesel-Ost 2				
Nr. 76	14.5.	19.5.	28.5.	22.5.

In Zwiesel-Ost zum Beispiel vergehen in dem Bestand Nr. 76 im Jahre 1964 nur drei Tage vom Beginn des Treibens bis zum mittleren AT, während 1961 diese Zeitspanne 14 Tage beträgt.

In diesem "frühen" Jahr beginnen zwei Bestände (Nr. 77 und Nr. 78) im Forstamt Zwiesel-Ost am spätesten zu treiben, nämlich erst am 5. Juni. Vom Wachstumsbeginn der frühesttreibenden Bestände im Forstamt Weisingen am 10. April bis zu dem der "letzten" Bestände im Forstamt Zwiesel-Ost ergibt sich eine Differenz von 56 Tagen. Für das gesamte Untersuchungsgebiet kann also 1961 eine Streuung von acht Wochen für den Austreibebeginn der Bestände festgestellt werden.

Im Gegensatz zu 1961 ist 1962 das Jahr, in dem die meisten Bestände am spätesten austreiben, insbesondere in den höheren Lagen. Am 25. April beginnt im Forstamt Mittelsinn der erste Bestand (Nr. 2) zu treiben. Dies ist insofern eine Ausnahme, als in diesem Bestand nach seinem Verhalten in den anderen Jahren sowie im Vergleich mit den anderen Beständen das Knospenöffnen etwa zehn Tage später zu erwarten war. Der spätesttreibende Bestand dieses Jahres liegt im Forstamt Zwiesel-Ost (Nr. 77), der erst am 20. Juni zu treiben anfängt.

In den Forstämtern München-Süd und Ansbach treiben die meisten Bestände nicht 1962 am spätesten, sondern

1963 bzw. 1960. In München-Süd liegen die mittl. ATe dieser Bestände gleichfalls 1963 am spätesten, während Ansbach abweicht, indem der mittl. AT 1962 am spätesten liegt und nicht, wie zu erwarten, 1960. Zu erklären ist dies durch die relativ schnelle Vegetationsentwicklung im Jahre 1960 gegenüber einer verzögerten im Jahre 1962, so daß der geringe Unterschied von nur einem Tag zwischen dem Austreibebeginn von 1960 und 1962 bis zum mittl. AT aufgehoben wird.

Zwischen dem oben mitgeteilten Austreibebeginn im Forstamt Mittelsinn am 25. 4. und dem im Forstamt Zwiesel-Ost am 20. 6. 1962 liegen ebenfalls 56 Tage Differenz, d. h. daß auch in diesem "späten" Jahr ein Abstand von acht Wochen die zuerst und die zuletzt austreibenden Bestände trennt. Im Gegensatz zu dieser breiten Streuung der Jahre 1961 und 1962 von je 56 Tagen steht die geringe Streuung des Jahres 1964, die nur 38 Tage für alle Bestände beträgt. Im Durchschnitt der sechs Beobachtungsjahre errechnet sich eine Zeitdifferenz von 48 Tagen. Der Beginn des Austreibens der Fichte streut also in Bayern im sechsjährigen Durchschnitt fast sieben Wochen, bei jährlichen Extremwerten von rd. fünfeinhalb bzw. acht Wochen.

Während in den bisherigen Ausführungen die Jahresstreuung des Austreibens vom frühest- bis zum spätesttreibenden Bestand dargelegt wurde, soll nachfolgend die Schwankung im Austreiben des einzelnen Bestandes innerhalb der sechs Beobachtungsjahre erörtert werden. Im Gegensatz zur Streuung des gesamten Kollektivs, bei der sämtliche Faktoren wie Höhenlage, Exposition, Alter, Bestockungsgrad, Mischungsform, Wasser- und Nährstoffversorgung sowie Erbgut von Einfluß sind, drückt sich in der Schwankung des

einzelnen Bestandes vornehmlich der Witterungseinfluß aus. Aus Übersicht 1 geht hervor, daß im Durchschnitt aller Bestände diese Schwankung maximal 24,5 Tage oder rd. dreieinhalb Wochen beträgt, und zwar sowohl für den Austreibebeginn als auch für den mittl. AT. Extreme Verhältnisse sind im Forstamt Denklingen beim Bestand Nr. 53 gegeben, der im Austreibebeginn einen Unterschied von 39 Tagen aufweist, d. h. frühestens treibt er am 25. 4., spätestens am 3. 6. . Extrem verhält sich ferner der Bestand Nr. 29 im Forstamt Feuchtwangen, der frühestens am 10. April, spätestens am 18. Mai austreibt, also mit 38 Tagen Differenz. Die kleinsten Unterschiede, d. h. ein geringfügig beeinflusstes Austreibeverhalten weisen die Bestände Nr. 63 im Forstamt Anzing mit zehn Tagen und Nr. 38 im Forstamt Bad Steben mit elf Tagen Differenz auf. Der erste Bestand treibt frühestens am 8. 5., spätestens am 18. 5., beim zweiten Bestand fallen diese Termine auf den 26. 4. bzw. 7. 5. . Beim Bestand Nr. 63 ist dieses extrem stabile Verhalten nicht zu erklären; denn beim mittl. AT tritt eine Differenz von 22 Tagen auf. Der mittl. AT schwankt maximal 35 Tage im Forstamt Feuchtwangen beim Bestand Nr. 21; seine Differenz im Beginn des Austreibens beläuft sich auf 34 Tage. Auch beim Bestand Nr. 53 im Forstamt Denklingen ist eine extrem große Schwankungsbreite gegeben, die für beide Austreibephasen mit 39 Tagen für den Beginn bzw. 34 Tagen für den mittl. AT gut übereinstimmt. Die kleinsten Werte, also das stabilste Verhalten gegenüber dem unterschiedlichen Witterungsgeschehen weist der Bestand Nr. 38 im Forstamt Bad Steben auf, nämlich nur elf Tage Differenz für den Beginn bzw. neun Tage für den mittl. AT.

Ebenso wie die jährlichen Austreibetermine wird auch die Austreibedauer, definiert als die Zeitspanne zwi-

Übersicht 1

Maximale Zeitdifferenz (in Tagen) im Austreiben der Bestände innerhalb der sechsjährigen Beobachtungszeit

a) Beginn des Austreibens

b) mittlerer Austreibetermin

Nr. des Bestandes	a)	b)	Nr. des Bestandes	a)	b)
1	(13)	(11)	31	30	30
2	20	18	32	31	29
3	18	14	33	30	30
4	17	14	34	30	31
5	25	22	35	31	33
6	24	23	36	25	27
7	25	29	37	30	31
8	27	28	38	11	9
9	34	31	39	24	27
10	31	30	40	26	29
11	35	31	41	14	10
12	34	31	42	19	16
13	33	30	43	15	15
14	34	30	44	15	18
15	23	18	45	18	19
16	21	23	46	20	18
17	27	31	47	15	22
18	26	31	48	19	18
19	26	-	49	24	26
20	27	31	50	24	25
21	34	35	51	34	31
22	22	27	52	36	27
23	15	16	53	39	34
24	15	16	54	27	32
25	15	16	55	24	18
26	12	16	56	23	21
27	32	31	57	23	22
28	33	32	58	22	23
29	38	31	59	32	25
30	(15)	(15)	60	29	28

Nr. des Bestandes	a)	b)	Nr. des Bestandes	a)	b)
61	18	-	71	27	33
62	20	22	72	29	27
63	10	22	73	30	25
64	22	17	74	27	31
65	22	17	75	30	29
66	17	21	76	25	27
67	17	19	77	31	30
68	17	18	78	20	20
69	25	22	79	26	25
70	29	27	80	21	18
			Mittel	24,7	24,5

Die Zahlen in Klammern beruhen auf weniger als vier Beobachtungsjahren.

schen dem Austreiben der ersten Bäume und des letzten Baumes in einem Bestand, wesentlich von der Witterung beeinflusst. Die Unterschiede sowohl zwischen den verschiedenen Jahren für den einzelnen Bestand als auch zwischen den Beständen in einem Jahr sind erheblich (Übersicht II; Anhang). Es gibt nur wenige Bestände, die trotz verschiedener Witterungsverhältnisse über die sechs Beobachtungsjahre hinweg annähernd gleich lange Austreibezeiten aufweisen. Diese Bestände sind zumeist durch eine relativ kurze durchschnittliche Austreibedauer gekennzeichnet. Der Bestand Nr. 4 im Forstamt Königsberg treibt bei einer Schwankung von nur vier Tagen in zehn bzw. 14 Tagen aus. Der Bestand Nr. 56 im Forstamt Mährling braucht bei gleicher Schwankung dazu 17 bzw. 21 Tage. Die durchschnittliche Austreibedauer der vorgenannten Bestände beträgt 13 bzw. 19 Tage. Die Bestände Nr. 53 im Forstamt Denklingen und Nr. 55 im Forstamt Ramsau weisen Differenzen von je sechs Tagen auf, bei einer durchschnittlichen Austreibedauer von 22 bzw. 15 Tagen. Bezogen auf den Gesamtdurchschnitt der Austreibedauer aller Bestände von 19,4 Tagen sind die genannten Differenzen von vier bzw. sechs Tagen gering, wenn sich auch bei den jeweiligen Bestandesmittelwerten eine Streuung von etwa $\pm 20\%$ errechnet. Zu erwähnen sind ferner die Forstämter Denklingen und Feuchtwangen, in denen die Mehrzahl der Bestände gleichfalls nur eine geringe Differenz in der jährlichen Austreibedauer aufweist; in Denklingen sind es bei fünf Beständen durchschnittlich sieben Tage, in Feuchtwangen bei zehn Beständen elf Tage. Dem sind gegenüberzustellen die Forstämter Ansbach, Bad Steben und München-Süd, wo die meisten Bestände mehr als 20 Tage Unterschied in der Austreibedauer aufweisen. Gemessen an den jeweiligen Mittelwerten ergibt sich eine Streuung von etwa $\pm 50\%$.

Ein so ausgeprägter Einfluß der Frühjahrswitterung, wie er bei den Austreibeterminen der Jahre 1961 und 1962 festzustellen war (die meisten Bestände trieben 1961 am frühesten, 1962 am spätesten), ist für die Austreibedauer nicht nachzuweisen. Im Jahre 1961 treiben zwar 45 von 77 Beständen am langsamsten aus, doch für 1962 ist keine einheitliche Tendenz zu erkennen. Im Jahre 1960 ist bei der relativ früh treibenden Hälfte der Bestände und im Jahre 1963 bei der relativ spätreibenden Hälfte in vielen Fällen die kürzeste Austreibedauer zu beobachten.

Die kürzeste Zeitdauer, die einzelne Bestände brauchten, betrug sechs Tage. In diesen wenigen Tagen haben 1960 zwei Bestände im Forstamt Ansbach (Nr. 11 und 13) und 1964 ein Bestand im Forstamt Bad Steben (Nr. 40) voll ausgetrieben.

Nur sieben Tage waren erforderlich für die Bestände Nr. 5 im Forstamt Königsberg 1960 und Nr. 77 im Forstamt Zwiesel-Ost-2 in den Jahren 1959 und 1960. Die absolut längste Zeit, die ein Bestand für das Austreiben aller Individuen benötigte, betrug 46 Tage, also sechseinhalb Wochen (Bestand Nr. 37 im Forstamt Bad Steben im Jahre 1961). Auch einige andere Bestände weisen ähnlich lange Austreibe-Perioden auf, so 1959 der Bestand Nr. 29 im Forstamt Feuchtwangen 45 Tage, sowie 1961 die Bestände Nr. 35 im Forstamt Bad Steben und Nr. 2 im Forstamt Mittelsinn je 44 Tage. Die Unterschiede zwischen den Beständen eines Forstamtes in der Austreibedauer eines Jahres sind teilweise sehr groß und unregelmäßig, wie folgende zwei Beispiele zeigen:

Forstamt	Bestand	Austreibedauer in Tagen					
		1959	1960	1961	1962	1963	1964
Denklingen	Nr. 53	22	25	22	19	23	20
	Nr. 54	11	18	24	27	9	11
Anzing	Nr. 63	22	24	19	36	15	21
	Nr. 64	24	33	37	34	27	25

Andererseits gibt es aber auch einige Fälle, in denen Bestände über die sechs Beobachtungsjahre hinweg nur ein bis drei Tage in der Austreibedauer differieren (z. B. Forstamt Schernfeld) oder zumindest in den verschiedenen Jahren eine gleichsinnige Tendenz aufweisen (z. B. Forstamt München-Süd).

Die Durchschnittswerte der sechs Beobachtungsjahre für den Beginn des Austreibens, den mittl. AT und den Mittelwert der Spätreiber geben Aufschluß darüber, wie die Bestände jeweils in ihrem Austreibeverhalten zu beurteilen sind. Da sich die jährlichen Witterungsverhältnisse mehr oder weniger ausgleichen, lassen diese Werte das genetisch bedingte Austreibeverhalten eines Bestandes am besten erkennen (Übersicht I). Aus den relativ kleinen Unterschieden, die zwischen den Beständen in den meisten Forstämtern bestehen, läßt sich schließen, daß die verschiedenen Umweltbedingungen ohne den Faktor "Witterung" keinen entscheidenden Einfluß auf das Austreibeverhalten ausüben.

Der durchschnittlich frühesttreibende Bestand liegt im Forstamt Mittelsinn (Nr. 2), der bereits am 23. April zu treiben anfängt. Dies ist insofern beachtenswert, als der Bestand in den einzelnen Jahren keineswegs zu den allerfrühesten gehört, aber in dem "späten" Jahr 1962 im Vergleich zu ähnlichen Beständen (z. B. im Forstamt Ansbach) 14 Tage früher zu treiben beginnt. Am 27. und 28. April entfalten mehrere

Bestände ihre Knospen (in den Forstämtern Mittelsinn, Weisingen und Ansbach). Allgemein kann daher gesagt werden, daß die Baumart Fichte in den nördlichen Teilen Bayerns in den Höhenlagen bis zu 500 m durchschnittlich Ende April zu treiben anfängt. Über den ganzen Monat Mai hinweg erstreckt sich der Beginn des Austreibens zahlreicher Bestände in anderen Teilen Bayerns, von Ausnahmen abgesehen, etwa infolge zunehmender Höhenlage. Der spätesttreibende Bestand liegt im Forstamt Zwiesel-Ost-2 (Nr. 77) auf 1047 m Seehöhe; erst am 3. Juni, also außergewöhnlich spät, setzt dort das Knospenöffnen ein. Es handelt sich jedoch offensichtlich um einen Extremfall; der Bestand ist rd. 250 Jahre alt und sein Standort wird in der Beschreibung als "späte Hochlage" bezeichnet. Andere Bestände in Hochlagen haben bis zum 1. 6. zu treiben begonnen. Wohl nur in Extremlagen des Bayerischen Waldes und in Hochlagen der Alpen kann man von einem Vegetationsbeginn Anfang Juni sprechen, im Durchschnitt beginnt die Fichte in Bayern spätestens Ende Mai zu treiben.

Während in einigen Forstämtern die Bestände im Durchschnitt am gleichen Tag zu treiben anfangen (Weisingen und Schernfeld zwei bzw. vier Bestände) oder nur Differenzen von zwei bis drei Tagen bestehen (Königsberg drei Bestände; München-Süd sieben Bestände; Mährling drei Bestände; Ansbach acht Bestände mit einer Ausnahme), gibt es teilweise erhebliche Unterschiede im durchschnittlichen Austreibebeginn der Bestände. Im Forstamt Bad Steben treten zwölf Tage Differenz bei sieben Beständen auf, obgleich der Höhenunterschied nur rd. 140 m beträgt und die Exposition nicht von entscheidendem Einfluß sein

kann, denn die beiden "frühesten" Bestände Nr. 38 und 41 sind nach NO bzw. NW orientiert. Es scheint sich hier um ein genetisch sehr heterogenes Pflanzenmaterial zu handeln, worauf auch das erheblich abweichende Verhalten dieser beiden Bestände in den Jahren 1960 und 1962 hindeutet. Sechs Tage Differenz weist das Forstamt Anzing im Austreibebeginn von sieben Beständen auf. Dies ist beachtenswert, da es sich um die Münchner Schotterebene handelt, wo die Unterschiede in der Höhenlage minimal sind (im Forstamt Anzing nur 8 m); die Exposition kann daher nicht von Einfluß sein. Das zur Begründung in diesem natürlichen Laubwaldgebiet verwendete Fichtenmaterial ist vermutlich sehr verschiedener Herkunft, so daß die genetische Verschiedenheit auch in diesem Falle den entscheidenden Faktor darstellt.

Der Einfluß der Exposition auf das Austreibeverhalten von Fichtenbeständen ist nur schwer zu isolieren und anhand des vorliegenden Untersuchungsmaterials trotz einiger wesentlicher Beispiele nicht eindeutig nachzuweisen. Es gibt Bestände, die auf gleicher Höhenlage zwischen Nord- bzw. Südexposition keine Unterschiede aufweisen, wie z. B. im Forstamt Feuchtwangen die Bestände Nr. 24 und 25 auf 480 m; sowohl im Beginn des Austreibens als auch im mittleren AT und im Mittelwert der Spätreiber verhalten sich beide gleich. Im Forstamt Königsberg zeigen die Bestände Nr. 4 und 5 zumindest hinsichtlich des mittl. AT keinen Unterschied zwischen Nord- und Südexposition. In keinem Falle ist durch Südexposition eine Begünstigung, das heißt ein entsprechend früheres Austreiben feststellbar. Dagegen finden sich mehrere Fälle, in denen auf gleicher Höhenlage der Bestand mit Nord-Exposition jeweils früher treibt

als der mit Süd-Exposition: Forstamt Feuchtwangen Nr. 27 und 28; Forstamt Bad Steben Nr. 38 und 39 sowie Nr. 40 und 41; Forstamt Mähring Nr. 56 und 57.

Der Einfluß der Höhenlage ist hingegen deutlich wahrzunehmen und kann an einigen Beispielen gezeigt werden: Im Forstamt Fichtelberg liegen die Bestände Nr. 69 und 70 auf 650 m in Nordexposition bzw. 730 m in Nordwestexposition. Diese Differenz von 80 Höhenmetern bewirkt, daß der höherliegende Bestand im Durchschnitt sieben Tage später zu treiben beginnt und der mittl. AT zwei Tage später liegt. Ein dritter Bestand im gleichen Forstamt (Nr. 71) stockt auf 750 m Höhe in südexponierter Lage. Der Beginn des Austreibens setzt hier nur drei Tage später ein als beim ersten Bestand auf 650 m Höhe. Hier scheint die Südexposition den Einfluß der Höhendifferenz von 100 m abzuschwächen. Ein vierter Bestand (Nr. 72), der auf 780 m Höhe in Südostexposition liegt, beginnt sechs Tage später zu treiben als der südexponierte Bestand Nr. 71 in 750 m Höhe. Der mittlere AT liegt aber nur zwei Tage später als beim Bestand Nr. 71, dagegen fünf Tage später als beim ersten Bestand Nr. 69 in 650 m Höhe. Die folgende Zusammenstellung soll diesen Sachverhalt verdeutlichen:

Bestand Nr.	Höhe (m)	Expo- si- tion	Beginn des Austreibens	mittlerer AT	Mittelwert der Spätreiber
69	650	N	10.5.	21.5.	27.5.
70	730	NW	17.5.	23.5.	2.6.
71	750	S	13.5.	24.5.	31.5.
72	780	SO	19.5.	26.5.	3.6.

Die beiden Bestände des Forstamtes Oberammergau treiben bei einem Höhenunterschied von 180 m mit einem Abstand der mittl. ATe von fünf Tagen aus. Hier ist der tieferliegende Bestand nach Norden, der höherliegende nach Südosten gerichtet.

Der mittlere Austreibetermin (AT) ist zur Charakterisierung des Austreibeverhaltens eines Bestandes besser geeignet als der "Austreibe-Beginn" und der "Mittelwert der Spätreiber". Dieser Wert basiert auf einer weitaus größeren Individuenzahl, so daß er viel weniger den Zufälligkeiten von Erbgut- und Umweltreaktionen unterliegt als die Werte einer geringen Zahl von früh- bzw. spätreibenden Individuen. Diese beiden Extremgruppen beruhen auf Beobachtungen an wenigen Individuen, die besonders rasch bzw. träge auf Veränderungen der Umwelt, insbesondere auf wechselnde Witterung reagieren. Je nach Intensität der Selektion in der Vergangenheit können daher Anfang und Ende des Austreibens unverhältnismäßig früh oder spät sein.

Der mittl. AT liegt im Durchschnitt aller Jahre und Bestände neun Tage später als der Beginn des Austreibens (Übersicht II). Im Minimum beträgt die Zeitdifferenz im Austreiben zwischen den ersten Individuen und der Hälfte aller Bäume eines Bestandes im sechsjährigen Durchschnitt vier Tage (Bestand Nr. 4 im Forstamt Königsberg und Nr. 77 im Forstamt Zwiesel-Ost-2); im Maximum sind es 16 Tage (Bestand Nr. 2 im Forstamt Mittelsinn). Der durchschnittlich mittl. AT liegt frühestens am 5. Mai für zwei Bestände im Forstamt Mittelsinn (Nr. 1 und 3), am spätesten für einen Bestand im Forstamt Oberammergau (Nr. 80), nämlich erst am 9. Juni (Übersicht I). Innerhalb dieses Zeitraumes treiben

alle übrigen Bestände ebenfalls zur Hälfte aus, wobei im allgemeinen der mittlere AT eines Bestandes im Durchschnitt der sechs Beobachtungsjahre dem Beginn des Austreibens jeweils in einem entsprechenden Abstand folgt, so daß die Reihenfolge der Bestände im wesentlichen unverändert erhalten bleibt.

Der durchschnittliche Mittelwert der rd. 10 spätreibenden Bäume ist ein zweifacher Mittelwert; denn der einfache jährliche Mittelwert gleicht bereits die zum Teil erheblichen Differenzen zwischen den Einzelbäumen aus (Übersicht I). Der Bestand, der den frühesten Wert aufweist, liegt im Forstamt Mittelsinn (Nr. 3); schon am 12. Mai haben hier die Spätreiber ausgetrieben. Im Durchschnitt am spätesten treiben hingegen die Bäume des Bestandes Nr. 80 im Forstamt Oberammergau aus, nämlich erst am 13. Juni.

Der zeitliche Abstand zwischen dem mittl. AT und dem Termin des spätesttreibenden Baumes eines Bestandes (Übersicht II) beträgt im Durchschnitt aller Jahre und Bestände elf Tage. Im einzelnen schwankt diese Differenz zwischen sieben und 25 Tagen, also drei bzw. neun Tage mehr als die Differenz zwischen dem Austreibebeginn und dem mittl. AT. In den Fällen, in denen der durchschnittliche Zeitabstand vom mittl. AT bis zum Austreibetermin des spätesttreibenden sehr groß ist, muß es sich - wenn der mittl. AT einigermaßen zutreffend geschätzt wurde, also mindestens einen normalen Abstand zum Beginn des Austreibens hat - um echte Spätreiber handeln, die jeweils eine lange Austreibedauer des Bestandes verursachen. Folgende sechs Bestände weisen offenbar ausgesprochene Spätreiber auf:

Forstamt	Nr. des Bestandes	Zeitspanne in Tagen	
		vom mittl. AT zum Spätesten	vom Beginn zum mittl. AT
Ansbach	15	16	13
Bad Steben	37,38,41	18,18,17	9,10, 9
Anzing	64,65	20,21	10,10

Das Austreibeverhalten des einzelnen Bestandes wird außerdem charakterisiert durch seine Gesamt-Austreibedauer, das ist die Zeitspanne, die insgesamt erforderlich ist, bis alle Individuen ergrünt sind (Übersicht II). Dieser Zeitraum ist abhängig einerseits von der jeweiligen Jahreswitterung, andererseits von der genetisch bedingten Variationsbreite der Individuen. Diese letztere Abhängigkeit bietet die Möglichkeit der Selektion einer spätreibenden Sorte. Auf die teilweise sehr großen Unterschiede in der Austreibedauer der Bestände in den verschiedenen Jahren wurde bereits hingewiesen. Die Durchschnittswerte der sechs Beobachtungsjahre gleichen die Witterungseinflüsse jedoch weitgehend aus und weisen daher im wesentlichen nur die beständigen Differenzen zwischen den Beständen auf. In vielen Fällen stimmt daher die durchschnittliche Austreibedauer der Bestände innerhalb eines Forstamtes gut überein. In den Forstämtern Königsberg, Weisingen, Ansbach (bei acht Beständen eine Ausnahme), Schernfeld, München-Süd, Mähring, Eichstätt-West, Zwiesel-Ost-1 und Oberammergau betragen die Unterschiede in der gesamten Austreibedauer 0 - 3 Tage. Doch gibt es auch hier Ausnahmen: Im Forstamt Mittelsinn treiben zwei Bestände in 18 bzw. 19 Tagen aus, der dritte braucht hingegen 29 Tage. Im Forstamt Bad Steben treiben fünf Bestände in 24 bis 31 Tagen

aus, zwei andere jedoch in 19 bzw. 14 Tagen. Obgleich die beiden Bestände im Forstamt Zwiesel-Ost-2 nur fünf Tage Differenz in der Austreibedauer aufweisen, ist dieser Wert doch insofern von Bedeutung, als in den höheren Lagen des Bayer. Waldes die Austreibedauer relativ kurz ist (nur etwa 14 Tage).

Der Durchschnitt für das gesamte Untersuchungsmaterial in den sechs Jahren beträgt 19,4 Tage, d. h. der Austreibzeitraum eines Fichtenbestandes erstreckt sich normalerweise in Bayern fast über drei Wochen.

b) Herkünfte

Um zu einer besseren Übersichtlichkeit dieser zahlreichen Einzelbeobachtungen und Feststellungen zu kommen, wurden die Daten der Bestände jedes Forstamtes zu einer sog. Herkunft zusammengefaßt. Dadurch werden Beobachtungsfehler weitgehend eliminiert, aber auch die Extremwerte verschwinden, so daß im ganzen ein vereinfachtes, aber klareres Bild vom Austreibeverhalten der Fichte in Bayern entsteht.

Auch bei den Herkünften bestehen deutliche Unterschiede in den Austreibeterminen (Übersicht 2), der früheste Beginn des Austriebs ist der 10. April 1961 bei der Herkunft Weisingen. Die anderen Herkünfte, mit Ausnahme derjenigen, die sich in einer durchschnittlichen Höhenlage von 1000 m oder mehr befinden, beginnen gleichfalls im Jahre 1961 am frühesten auszutreiben. Die späteste Herkunft in diesem Jahr (Zwiesel-Ost-3 ein Bestand) beginnt am 5. Juni zu treiben. Demgegenüber ist 1962 das "späteste" Jahr, in dem außer Mittelsinn

Übersicht 2

Sechsjährige Beobachtungen über das Austreiben der Herkünfte

Herkunft	Beginn des Austreibens der frühesten Bäume						mittlerer Austreibetermin (Austrieb der Hälfte der Individuen)						Mittelwert der Spätreiber (Durchschnitt der re ₁₀ 10 spätreibenden Bäume)					
	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1959	1960	1961	1962	1963	1964
Mittelsinn	25.4.	30.4.	16.4.	28.4.	29.4.	30.4.	7.5.	8.5.	28.4.	9.5.	8.5.	13.5.	18.5.	17.5.	9.5.	19.5.	17.5.	18.5.
Königsberg	29.4.	6.5.	21.4.	13.5.	5.5.	3.5.	5.5.	9.5.	28.4.	17.5.	9.5.	7.5.	11.5.	14.5.	9.5.	25.5.	14.5.	16.5.
Weisingen	30.4.	25.4.	10.4.	6.5.	2.5.	27.4.	10.5.	10.5.	21.4.	20.5.	10.5.	5.5.	19.5.	23.5.	6.5.	10.6.	20.5.	19.5.
Ansbach	27.4.	13.5.	15.4.	15.5.	22.4.	26.4.	5.5.	17.5.	23.4.	21.5.	11.5.	11.5.	15.5.	22.5.	13.5.	27.5.	18.5.	16.5.
Feuchtwangen	28.4.	4.5.	22.4.	16.5.	7.5.	4.5.	5.5.	11.5.	30.4.	26.5.	13.5.	11.5.	19.5.	22.5.	12.5.	3.6.	19.5.	18.5.
Schornfeld	26.4.	4.5.	15.4.	15.5.	1.5.	4.5.	6.5.	13.5.	30.4.	30.5.	15.5.	11.5.	11.5.	19.5.	15.5.	10.6.	23.5.	22.5.
Bad Steben	3.5.	8.5.	24.4.	16.5.	8.5.	7.5.	8.5.	14.5.	3.5.	26.5.	16.5.	14.5.	21.5.	28.5.	25.5.	9.6.	27.5.	25.5.
München-Süd	-	-	27.4.	11.5.	13.5.	6.5.	-	-	6.5.	23.5.	21.5.	12.5.	-	-	15.5.	11.6.	25.5.	20.5.
Denklingen	3.5.	6.5.	30.4.	31.5.	15.5.	9.5.	13.5.	16.5.	11.5.	9.6.	21.5.	16.5.	22.5.	22.5.	17.5.	16.6.	28.5.	22.5.
Ramsau	15.5.	17.5.	2.5.	24.5.	16.5.	30.4.	20.5.	25.5.	11.5.	28.5.	21.5.	10.5.	30.5.	30.5.	19.5.	3.6.	27.5.	13.5.
Nähring	5.5.	17.5.	4.5.	26.5.	17.5.	14.5.	14.5.	24.5.	10.5.	31.5.	25.5.	19.5.	22.5.	31.5.	28.5.	13.6.	30.5.	27.5.
(Dillingen)	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Anzing	6.5.	8.5.	28.4.	19.5.	17.5.	11.5.	17.5.	19.5.	12.5.	2.6.	25.5.	19.5.	26.5.	2.6.	24.5.	14.6.	1.6.	27.5.
Eichstätt-West	-	-	1.5.	17.5.	16.5.	11.5.	-	-	11.5.	31.5.	23.5.	18.5.	-	-	24.5.	11.6.	27.5.	25.5.
Fichtelberg	8.5.	15.5.	4.5.	30.5.	18.5.	14.5.	17.5.	22.5.	14.5.	9.6.	24.5.	21.5.	22.5.	31.5.	28.5.	18.6.	29.5.	28.5.
Zwiesel-Ost 1	11.5.	15.5.	11.5.	7.6.	17.5.	13.5.	16.5.	21.5.	19.5.	13.6.	21.5.	19.5.	27.5.	3.6.	2.6.	20.6.	27.5.	24.5.
Zwiesel-Ost 2	27.5.	28.5.	25.5.	14.6.	26.5.	20.5.	30.5.	31.5.	20.6.	29.5.	29.5.	24.5.	2.6.	6.6.	13.6.	23.6.	4.6.	28.5.
Zwiesel-Ost 3	24.5.	28.5.	5.6.	13.6.	5.6.	27.5.	27.5.	4.6.	10.6.	17.6.	10.6.	1.6.	4.6.	8.6.	15.6.	26.6.	13.6.	6.6.
Oberramgau	21.5.	27.5.	25.5.	14.6.	28.5.	-	31.5.	3.6.	21.6.	21.6.	3.6.	-	8.6.	9.6.	11.6.	26.6.	7.6.	31.5.

und München-Süd alle Herkünfte am spätesten zu treiben anfangen. Während die erste Herkunft des Jahres 1962 18 Tage später treibt als die erste des Jahres 1961, treibt die letzte 1962 nur neun Tage später als die letzte 1961. Im Durchschnitt aller sechs Jahre beginnt Mittelsinn als erste Herkunft am 26. April zu treiben und Zwiesel-Ost-3 als letzte am 1. Juni.

Für den mittleren AT kann im wesentlichen dasselbe gesagt werden. Dieser Wert liegt im Durchschnitt aller Jahre und Herkünfte acht Tage später als der Austreibebeginn. 1961 ist das "früheste" Jahr, die Herkunft Weisingen ist auch in diesem Falle die "erste", am 21. April hat sie bereits zur Hälfte ausgetrieben, während Zwiesel-Ost-3 erst am 10. Juni den mittl. AT erreicht. 1962 ist das "späteste" Jahr; die Herkunft Oberammergau hat als späteste am 21. Juni zur Hälfte getrieben.

Im Gesamtdurchschnitt liegt der Mittelwert der Spätreiber knapp neun Tage später. Bei diesem Wert ist 1961 nicht mehr für alle Herkünfte das "früheste" Jahr; aufgrund einer sehr langsamen Vegetationsentwicklung vollzieht sich bei den Herkünften Bad Steben, Mähring und Fichtelberg im Jahre 1961 der Austrieb der spätreibenden Bäume mit deutlicher Verzögerung. Dagegen weisen alle Herkünfte 1962 wiederum den - zum Teil mit großem Abstand - spätesten Termin auf; bei der Herkunft Weisingen beispielsweise liegt der Mittelwert der Spätreiber 21 Tage später als der mittl. AT. Das unterschiedliche Austreiben einzelner Herkünfte ist in den Abbildungen 5 bis 8 dargestellt. Sowohl die unterschiedlichen Differenzen im Austreibetermin in den sechs Beobachtungsjahren,

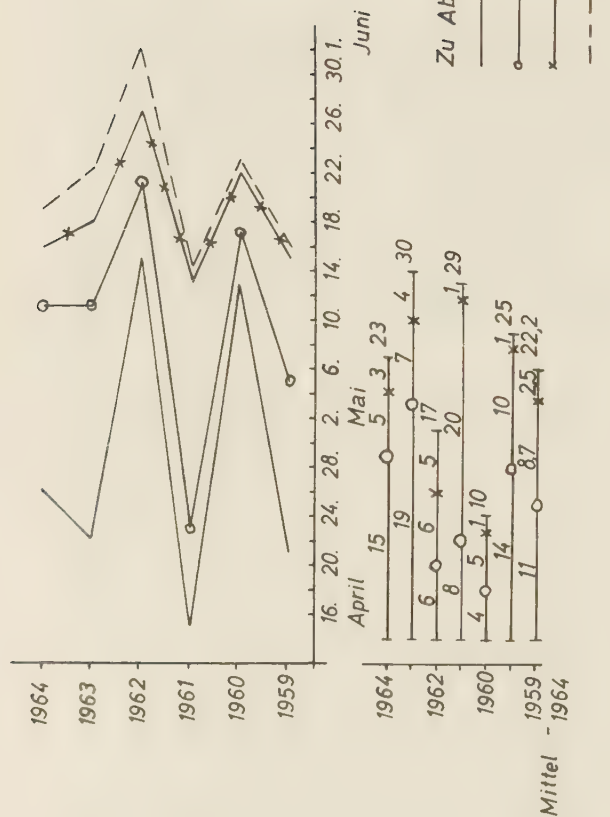


Abb. 5 Durchschnittliche Austreibetermine und -dauer.
(Mittelwerte von acht Beständen im Forstamt Ansbach)

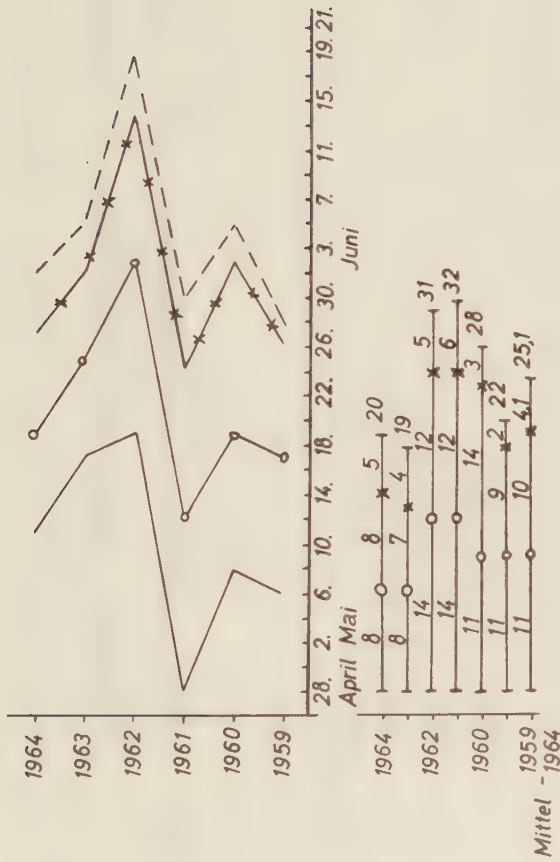


Abb. 6 Durchschnittliche Austreibetermine und -dauer.
(Mittelwert von sieben Beständen im Forstamt Anzing)

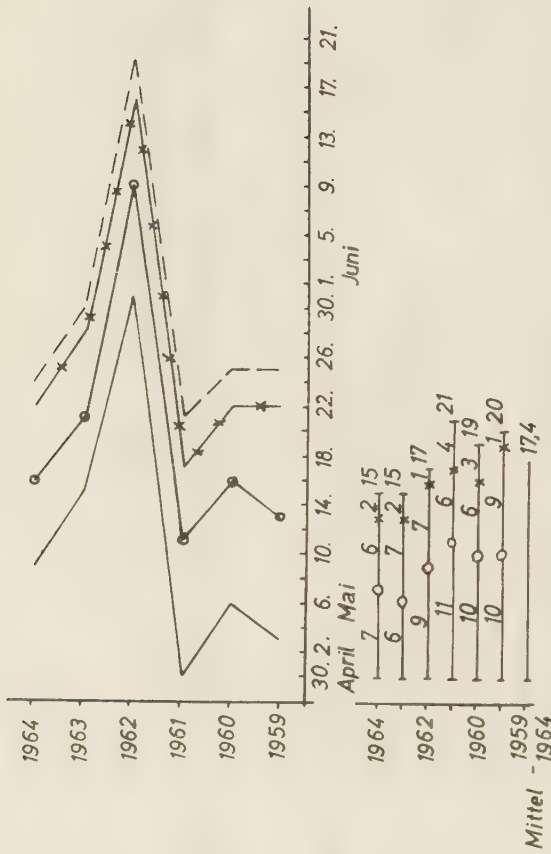


Abb. 7 Durchschnittliche Ausreibetermine und -dauer,
(Mittelwert von sechs Beständen im Forstamt Denklingen)

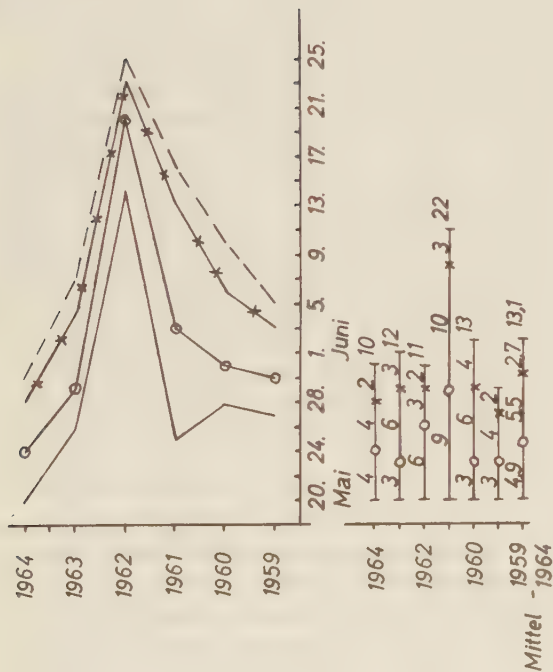


Abb.8 Durchschnittliche Ausstreibetermine und -dauer.
(Mittelwert von zwei Beständen im Forstamt
Zwiesel - Ost 2)

als auch die Abweichungen in der Austreibedauer sind vergleichsweise zu erkennen.

Zur Charakterisierung der Herkünfte in ihrem allgemeinen Austreibeverhalten wurden die Durchschnittswerte der sechs Beobachtungsjahre benutzt (Übersicht 3). Die Reihenfolge des mittleren AT der Herkünfte stellt das Ordnungskriterium des gesamten Beobachtungsmaterials dar. Nach ihrem durchschnittlich mittleren AT lassen sich die 18 Herkünfte in früh-, mittel- und spätreibende einteilen. Als Grenzen für diese drei Gruppen boten sich zwei größere Unterbrechungen in der Reihe der Austreibetermine an. So tritt ein Sprung von vier Tagen auf zwischen dem 15. und dem 19. Mai. Im Durchschnitt der sechs Jahre hat in dieser Zeit keine der 18 Herkünfte den mittleren AT erreicht. Andeutungsweise findet sich diese Unterbrechung auch beim durchschnittlichen Beginn des Austreibens zwischen dem 15. und dem 18. Mai. Die Herkünfte, die bis zum 15. Mai ihren mittleren AT erreichen, wurden zu der frühtreibenden Gruppe zusammengefaßt. Die mittlere Gruppe wird von Herkünften gebildet, deren mittlerer AT zwischen dem 19. und dem 23. Mai liegt. Mit einem Abstand von zehn Tagen, der die Grenze zwischen der mittel und der spätreibenden Gruppe darstellt, folgt der mittlere AT der zuletzt treibenden Herkünfte zwischen dem 2. und dem 6. Juni.

Von den Beständen der Forstämter, in denen die Beobachtungen durchgeführt wurden, treiben die von Königsberg und Mittelsinn am frühesten aus, dicht gefolgt von denen des Forstamts Weisingen. Bei diesen Herkünften hat am 7. bzw. 8. Mai bereits die Hälfte der Individuen ausgetrieben. Weiter gehören zur Gruppe der relativ früh treibenden Provenienzen

Übersicht 3

Durchschnittliche Austreibetermine der Herkünfte (1959 - 1964)

Herkunft	Höhenlage (m)	Beginn d. Treibens	mittl. AT	Mittelwert d. Spätreiber	Spätester Baum	Durchschnittl. Austreibedauer
Mittelsinn	355	26.4.	7.5.	16.5.	18.5.	21,9
Königsberg	390	3.5.	7.5.	15.5.	18.5.	13,4
Weisingen	499	27.4.	8.5.	21.5.	22.5.	25,0
Ansbach	487	27.4.	10.5.	18.5.	21.5.	22,2
Feuchtwangen	471	3.5.	11.5.	21.5.	24.5.	20,4
Schernfeld	549	1.5.	12.5.	22.5.	23.5.	22,2
Bad Steben	568	6.5.	13.5.	28.5.	30.5.	24,2
München-Süd	608	7.5.	15.5.	25.5.	30.5.	23,6
Mittel	491	1.5.	10.5.	21.5.	23.5.	21.6.
Denklingen	767	11.5.	19.5.	26.5.	29.5.	17.4.
Ramsau	1000	12.5.	19.5.	25.5.	28.5.	15.2.
Mähring	693	14.5.	20.5.	30.5.	1.6.	19,0
Anzing	530	10.5.	21.5.	31.5.	4.6.	25,1
Eichstätt-West	497	11.5.	21.5.	29.5.	31.5.	20,1
Fichtelberg	727	15.5.	23.5.	31.5.	3.6.	19,7
Zwiesel-Ost 1	681	18.5.	23.5.	2.6.	4.6.	17,0
Mittel	699	13.5.	21.5.	29.5.	31.5.	19,1
Zwiesel-Ost 2	998	28.5.	2.6.	8.6.	10.6.	13,1
Zwiesel-Ost 3	1220	1.6.	6.6.	12.6.	14.6.	13,0
Oberammergeau	1035	29.5.	6.6.	10.6.	12.6.	16,6
Mittel	1084	30.5.	5.6.	10.6.	12.6.	14,2

die Forstämter Ansbach, Feuchtwangen, Schernfeld, Bad Steben und München-Süd. Sie treiben zwischen dem 10. und 15. Mai bis zur Hälfte aus. Zur mitteltreibenden Gruppe, die zwischen dem 19. und dem 23. Mai austreibt, gehören die Herkünfte Denklingen, Ramsau, Mähding, Anzing, Eichstätt-West, Fichtelberg und Zwiesel-Ost-1. In der Gruppe der spättreibenden Herkünfte sind Zwiesel-Ost-1 und -2 sowie Oberammergau vertreten; sie haben erst am 2. bzw. 6. Juni zur Hälfte ausgetrieben.

Diese Sprünge lassen sich erklären durch die ungleichmäßige Verteilung der Herkünfte auf verschiedene Wuchsgebiete und Höhenlagen und möglicherweise auch durch jahreszeitliche Veränderung des Großklimas. Betrachtet man die Höhenlage der einzelnen Provenienzen, läßt sich für die frühtreibende Gruppe eine gleichmäßige Abstufung zwischen rd. 350 m und rd. 610 m feststellen, die aber nicht genau mit der Reihenfolge des Treibens übereinstimmt. In der mittleren Gruppe schwanken die Werte zwischen rd. 500 m und 1000 m. Die spättreibenden Herkünfte der letzten Gruppe stocken auf rd. 1000 m bzw. 1200 m (Übersicht 3). Errechnet man die mittlere Höhenlage der genannten Gruppen, dann hat die frühtreibende eine Höhenlage von 491 m, die mitteltreibende von 699 m und die spättreibende von 1084 m. Der Höhenunterschied zwischen der zweiten und der dritten Gruppe ist also fast doppelt so groß, wie der zwischen der ersten und der zweiten. Dies mag z. T. die lange zweite "Pause" in der Reihe des durchschnittlich mittleren AT erklären. Der erste Sprung, der wegen der gleichmäßigeren Höhenverteilung der frühtreibenden Herkünfte auf diese Weise nicht sicher gedeutet werden kann, beruht vielleicht auf einer Mitte Mai auftretenden Klimaschwankung (den sog. Eis-

heiligen). Diese bewirkt vermutlich eine allgemeine Verzögerung der Vegetationsentwicklung.

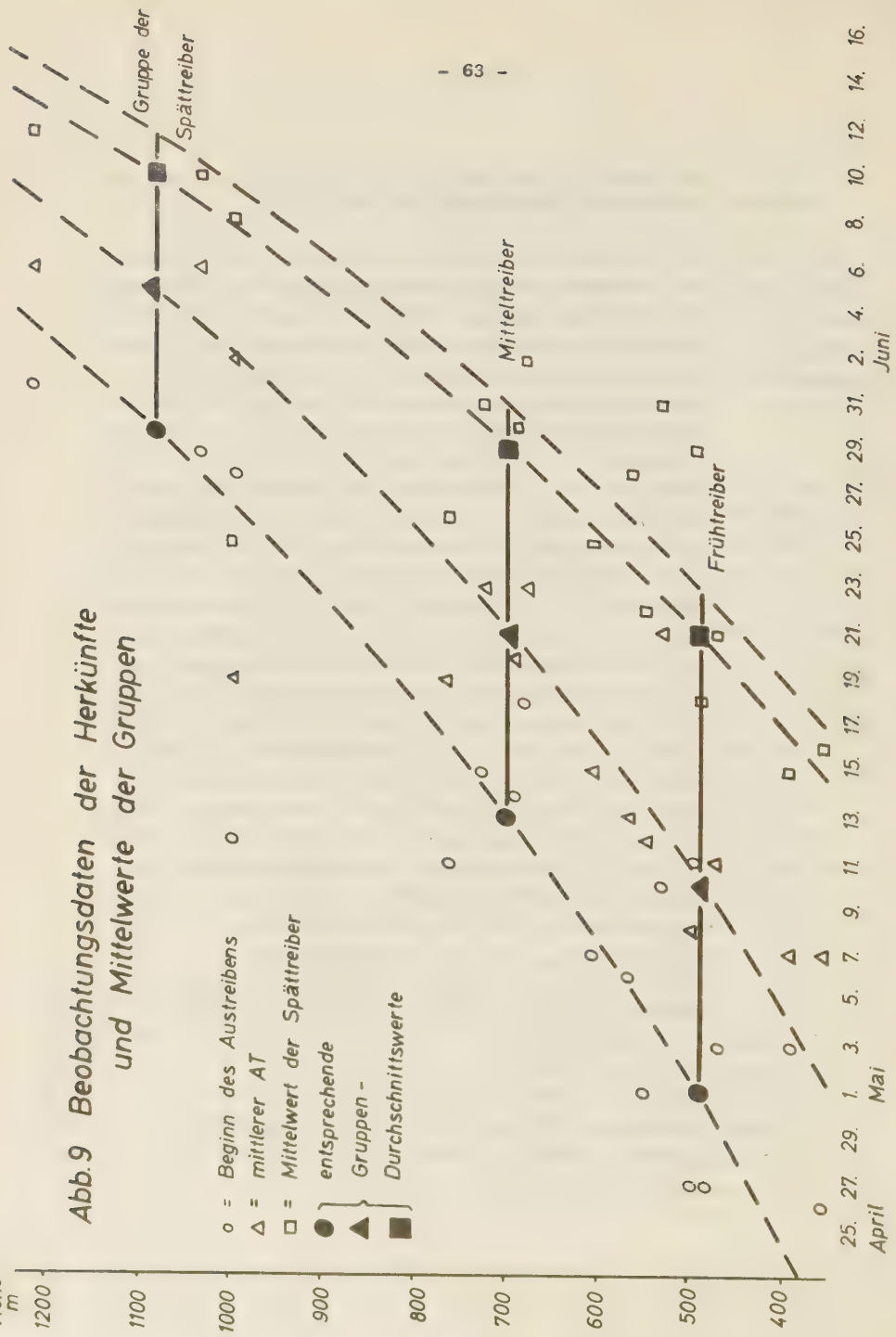
Die Extremwerte des Austreibens, d. h. die Termine der frühest- und der spätesttreibenden Bäume einer Herkunft kennzeichnen einerseits die Variationsbreite des Merkmals Austreiben und geben andererseits Einblick in die Klimaverhältnisse des betreffenden Standortes. Bei den Gruppen der früh-, mittel- und spättreibenden Herkünfte (Übersicht 3), die mit der durchschnittlichen Höhenlage korreliert sind, zeigt sich eine deutliche Tendenz zur Abnahme der Dauer des Austreibens, das heißt je später die Herkünfte zu treiben beginnen, desto schneller geht jeweils die gesamte Austreibeentwicklung vor sich. Jedenfalls gilt dies in ausgeprägtem Maße für den Durchschnitt der drei Gruppen: Während die frühtreibende Gruppe 21,6 Tage vom Beginn bis zum Ende des Austreibens braucht, benötigt die mittlere 19,1 Tage, also 2,5 Tage weniger. Die spättreibende Gruppe schließt bereits in 14,2 Tagen ab, die Verkürzung beträgt 4, 9 bzw. 7,4 Tage. Abbildung 9 läßt das unterschiedliche Austreibeverhalten in Abhängigkeit von der mittleren Höhenlage der Gruppen, unter Berücksichtigung der einzelnen Beobachtungsstadien deutlich erkennen. In der nachfolgenden Zusammenstellung werden sämtliche in Abbildung 9 dargestellten Mittelwerte dieser Gruppen wiedergegeben:

Gruppe	durchschnittl. Höhenlage (m)	früheste Bäume	Hälfte des Bestandes	späteste Bäume	letzter Baum	Austreibedauer (Tage)
frühtr.	491	1.5.	10.5.	21.5.	23.5.	21,6
mitteltr.	699	13.5.	21.5.	29.5.	31.5.	19,1
spättr.	1084	30.5.	5.6.	10.6.	12.6.	14,2

Höhe
m

Abb.9 Beobachtungsdaten der Herkünfte
und Mittelwerte der Gruppen

- o = Beginn des Austreibens
- △ = mittlerer AT
- = Mittelwert der Spätreiber
- } entsprechende Gruppen - Durchschnittswerte
- ▲ }
- }



25. April 27. April 1. Mai 3. Mai 5. Mai 7. Mai 9. Mai 11. Mai 13. Mai 15. Mai 17. Mai 19. Mai 21. Mai 23. Mai 25. Mai 27. Mai 29. Mai 31. Mai 2. Juni 4. Juni 6. Juni 8. Juni 10. Juni 12. Juni 14. Juni 16. Juni

Mit Ausnahme der Differenz der Austreibedauer zwischen der früh- und mitteltreibenden Gruppe sind alle Werte signifikant verschieden.

Ungeklärt ist das Verhalten der Herkünfte Königsberg und Anzing. Die sehr früh treibende Herkunft Königsberg müßte erwartungsgemäß langsam über eine Zeitspanne von etwa drei Wochen treiben, entfaltet ihre Knospen aber extrem schnell, nämlich ebenso wie die spätesttreibende Hochlagenherkunft in 13 Tagen. Dagegen weist die Herkunft Anzing mit über 25 Tagen eine stark verzögerte Entwicklung auf. Möglicherweise ist diese durch die häufigen und starken Spätfröste auf der Münchner Schotterebene zu erklären.

c) Spättreibende Bäume

Das Austreibeverhalten der spättreibenden Bäume, die überwiegend im ersten Jahr der Beobachtung gekennzeichnet worden waren, muß im Vergleich mit dem anderer Individuen bzw. mit dem des Bestandeskollektivs betrachtet werden. Im Durchschnitt aller Jahre und Bestände treiben diese spättreibenden Individuen zehn Tage später als die Hälfte aller Bestandsglieder und 19,4 Tage später als die frühesttreibenden Bäume. Der mittlere Austreibepunkt der Spättreiber liegt also ganz am Ende der Bestandes-Austreibedauer. Zwischen den meist zehn beobachteten Spättreibern eines Bestandes besteht im Durchschnitt des gesamten Untersuchungsmaterials vom frühest- bis zum spätesttreibenden Baum ein Zeitabstand von 5,8 Tagen (Übersicht III, im Anhang). Den geringsten Unterschied im sechsjährigen Durchschnitt mit 1,8 Tagen Differenz zwischen dem "frühesten" und dem "spätesten" Spättreiber weist der Bestand Nr. 7 im Forstamt Weisingen auf. Die größte Differenz mit 12,7 Tagen findet sich im Forstamt Anzing bei dem Bestand Nr. 65. Der Mittelwert von 5,8 Tagen bedeutet, daß von der durchschnittlichen Gesamt-Austreibedauer des Bestandes

(= 19,4 Tage) die zehn spättreibenden Individuen allein 30 % für sich in Anspruch nehmen, wobei die einzelnen Herkünfte bzw. Bestände große Schwankungen aufweisen. Einen relativ kleinen Anteil an der Gesamt-Austreibedauer haben die Spättreiber in den Forstämtern

Weisingen	mit 7,6 % (1,9 von 25,0 Tagen)
Schernfeld	mit 16,2 % (3,6 von 22,2 Tagen)
Bad Steben	mit 16,9 % (4,1 von 24,2 Tagen)
Eichstätt-West	mit 16,4 % (3,3 von 20,1 Tagen).

Besonders groß ist dieser Prozentsatz bei der Herkunft Zwiesel-Ost-2 mit 43,2 % (5,7 von 13,2 Tagen). Auch Zwiesel-Ost-3 (1 Bestand) weist mit 38,5 % noch einen ziemlich hohen Prozentsatz auf. Der höchste Wert eines einzelnen Bestandes beträgt 51,9 % im Forstamt Zwiesel-Ost-2 (Bestand Nr. 76). Den geringsten Anteil an der Austreibedauer haben die Spättreiber im Bestand Nr. 7 im Forstamt Weisingen mit 7,1 %.

Betrachtet man bei den Gruppen der früh- und spättreibenden Herkünfte jeweils den Anteil der Austreibedauer, der auf die spättreibenden Bäume entfällt, so läßt sich die Tendenz feststellen, daß dieser Anteil mit zunehmender Gesamtdauer kleiner wird. Bei den spät- und schnelltreibenden Herkünften beträgt er rd. 36 % gegenüber rd. 24 % bei den früh- und langsamtreibenden Herkünften. Im Gegensatz zu den erheblichen Unterschieden in der Austreibedauer der Spättreiber zwischen den Beständen und Herkünften sind die Differenzen zwischen den Beobachtungsjahren relativ gering.

Da es nicht möglich ist, das Verhalten der 1075 beobachteten Spättreiber in den sechs Jahren im einzelnen zu analysieren, sollen hier nur bestimmte Beispiele erörtert werden. Im allgemeinen treten in der Reihenfolge vom ersten bis zum letzten Spättreiber von Jahr zu Jahr relativ ge-

ringe Verschiebung auf. Soweit diese nur ein bis zwei Tage betragen, sind sie nicht nennenswert. In vielen Fällen belaufen sich die Abweichungen auf etwa fünf Tage. Als Beispiel für das durchschnittliche Verhalten der spätreibenden Bäume wird der Bestand Nr. 21 im Forstamt Feuchtwangen angeführt:

	Austreibetermin					
	1959	1960	1961	1962	1963	1964
mittl. AT	10.5.	10.5.	30.4.	4.6.	15.5.	14.5.
Baum Nr. 1	24.5.	24.5.	13.5.	10.6.	22.5.	22.5.
Baum Nr. 2	24.5.	27.5.	16.5.	12.6.	23.5.	23.5.
Baum Nr. 3	22.5.	27.5.	16.5.	12.6.	22.5.	20.5.
Baum Nr. 4	20.5.	24.5.	10.5.	8.6.	22.5.	22.5.
Baum Nr. 5	24.5.	24.5.	13.5.	8.6.	23.5.	22.5.
Baum Nr. 6	24.5.	29.5.	19.5.	12.6.	23.5.	23.5.
Baum Nr. 7	23.5.	25.5.	13.5.	8.6.	22.5.	21.5.
Baum Nr. 8	24.5.	28.5.	15.5.	10.6.	27.5.	23.5.
Baum Nr. 9	24.5.	30.5.	-	12.6.	22.5.	22.5.
Baum Nr. 10	24.5.	30.5.	21.5.	12.6.	27.5.	28.5.

Durchschnittl. Platzziffer	Tage nach mittl. AT	Minimum Jahr (Tage)	Maximum Jahr (Tage)	Reihenfolge der Spätreiber
Baum				
Nr. 1 2,2	10,3	6 1962	14 1959	4.
Nr. 2 3,3	12,0	8 1962	17 1960	7.
Nr. 3 2,3	11,0	6 1964	17 1960	5.
Nr. 4 1,3	8,8	4 1962	10 1960	1.
Nr. 5 2,2	10,2	4 1962	14 1960	3.
Nr. 6 3,8	12,8	8 1962	19 1960	9.
Nr. 7 1,8	9,8	4 1962	15 1960	2.
Nr. 8 3,3	12,3	6 1962	18 1960	8.
Nr. 9 2,4	11,4	7 1963	20 1960	6.
Nr. 10 4,6	13,2	8 1962	21 1961	10.

Im Mittel aller sechs Jahre treibt der Baum Nr. 4 als der früheste 8,8 Tage nach dem durchschnittlich mittleren AT, während Baum Nr. 10 mit einer Differenz von 13,2 Tagen der

späteste ist. Die Abstufung vom ersten bis zum letzten Spätreiber entspricht normalerweise genau der Reihenfolge zunehmend späterer Austreibzeit. Im einzelnen bestehen zwar verschieden große Abstände zwischen den Bäumen in den verschiedenen Jahren, doch sind diese überwiegend gleichsinnig.

Als Beispiel für ein besonders unregelmäßiges Verhalten der Spätreiber wurde der Bestand Nr. 53 im Forstamt Denklingen ausgewählt:

mittl. AT	Austreibetermin in Tagen nach dem mittleren AT						im Durchschnitt
	13.5. 1959	21.5. 1960	11.5. 1961	14.6. 1962	20.5. 1963	5.5. 1964	
Baum Nr.							
6	10	9	2	4	7	4	6,0
7	12	-3	2	6	12	10	6,5
8	10	3	-5	6	15	4	5,2
10	8	3	5	4	12	7	6,5
11	8	11	-5	8	15	7	7,3
12	12	3	2	6	12	4	6,5
13	10	3	-1	-	-	4	4,0
14	12	11	5	6	17	7	9,7
15	10	11	2	6	12	-	8,2

Durchschnittl. Platz- ziffer	Tage nach mittl. AT		Minimum Jahr (Tage)	Maximum Jahr (Tage)	Reihenfolge der Spät- treiber
Baum					
Nr. 6	2,0	6,0	2 1961	10 1959	3.
Nr. 7	2,5	6,5	-3 1960	12 1959/63	7.
Nr. 8	2,3	6,5	-5 1961	15 1963	5.
Nr. 9	1,8	5,2	-3 1960	17 1963	1.
Nr. 10	2,2	6,5	3 1960	12 1963	4.
Nr. 11	2,5	7,3	-5 1961	15 1963	8.
Nr. 12	2,3	6,5	2 1961	12 1959/63	6.
Nr. 13	2,0	4,0	-1 1961	10 1959	2.
Nr. 14	3,3	9,7	5 1961	17 1963	10.
Nr. 15	2.8	8,2	2 1961	12 1963	9.

Der Vergleich der Bäume Nr. 11 und 12 zeigt, daß diese sich fast in jedem Jahr konträr verhalten und in Bezug auf den jeweiligen mittleren AT eine sehr wechselnde Stellung einnehmen: 1959 treibt Baum Nr. 11 als zweitfrühester, nämlich acht Tage nach dem mittleren AT; Nr. 12 gehört dagegen mit zwölf Tagen Abstand zu der Gruppe der spätesten Bäume. 1960 ist die Reihenfolge im Austreiben genau umgekehrt, während Nr. 11 noch elf Tage später als die in diesem Jahr spättreibende Hälfte des Bestandes treibt, hat Nr. 12 bereits drei Tage nach dem mittl. AT bzw. acht Tage vor Nr. 11 getrieben (1959 vier Tage nach Nr. 11). Wenn man das Verhalten der beiden Bäume im Jahre 1959 als "normal" ansetzt, kann man sagen, daß Baum Nr. 11 im Jahre 1960 ganz extrem spät treibt im Vergleich zu den anderen Spättreibern, die in diesem Jahr z. T. sogar vor dem mittl. AT austreiben. Im folgenden Jahr 1961 ist derselbe Baum in der Gruppe der Frühesten und treibt fünf (!) Tage vor der Bestandeshälfte aus, während Nr. 12 zwei Tage nach dem mittleren AT zu treiben beginnt. In dem sehr "späten" Jahr 1962 hat Baum Nr. 11 den gleichen Abstand zum mittl. AT wie 1959. Andererseits weist Nr. 12 aber nur sechs Tage auf, also die Hälfte von dem Abstand, den der Baum 1959 gegenüber dem mittl. AT hatte. 1963 ist das Jahr mit dem durchschnittlich größten Abstand zwischen mittl. AT und den Spättreibern: Baum Nr. 11 treibt mit 15 Tagen Abstand, also fast doppelt so viel später wie 1959. Nr. 12 dagegen weist mit zwölf Tagen den gleichen Wert wie im ersten Jahr auf. 1964 gehören beide Bäume in die frühertreibende Hälfte der Spätreiber (in den fünf vorausgehenden Jahren war jeweils einer in der späteren Hälfte). Beide Bäume gehören also innerhalb der Spätreiber jahrweise einmal zu den frühesten und einmal zu den spätesten und weisen dazwischen alle Übergänge auf. Im Durchschnitt der sechs Jahre zeigen die beiden Bäume nur 0,8 Tage Differenz im Abstand zum mittl. AT, innerhalb der zehn Spätreiber nimmt Nr. 11 den achten und Nr. 12 den

sechsten Platz ein. Die Reihe ähnlicher Beispiele ließe sich beliebig fortsetzen.

Mit dieser ausführlichen Darstellung des Austreibeverhaltens von zwei spätreibenden Bäumen soll aufgezeigt werden, daß aus der unterschiedlichen Reaktion der Individuen auf die verschiedene Jahreswitterung eine erhebliche Veränderung in den Durchschnittswerten eines Kollektivs entstehen kann. Die bei der Betrachtung des Austreibeverhaltens der Bestände erwähnten Ausnahmen sind durch solche individuelle Abweichungen einer größeren Zahl von Bäumen möglicherweise zu erklären; denn sie sind ebenso, wie bei den spätreibenden auch bei den früh- und mitteltreibenden Bäumen zu erwarten.

Aus diesem unregelmäßigen Verhalten einiger Einzelbäume mag der Eindruck entstehen, daß die Eigenschaft "Spätreiben" nicht ganz stabil ist. Für das gesamte Material zeichnet sich im Durchschnitt ein wesentlich günstigeres Bild ab. Zur Beantwortung der Frage, in welchem Maße das späte Austreiben beibehalten wird, kann man bei Anwendung eines strengen Maßstabs nur die Bäume berücksichtigen, die tatsächlich sechs Jahre lang beobachtet worden sind. Von den insgesamt 1075 Individuen trifft dies für 643 zu.

Diese Altfichten verteilen sich auf 54 Bestände in acht Forstämtern. Von diesen 643 Stämmen gehören 445 bzw. 69,2 % in allen sechs Jahren zu den spätestreibenden Individuen, wie die folgende Übersicht zeigt:

Forstamt	Anzahl der Be- stände	ins- gesamt	Spätreiber	
			davon behalten Anzahl	ihre Eigenschaft sechs Jahre lang bei Prozent
Weisingen	2	21	21	100,0
Ansbach	8	92	55	60,0
Feuchtwangen	14	143	128	85,9
Schernfeld	4	51	23	45,7
Bad Steben	7	99	53	54,0
Denklingen	6	82	55	64,0
Anzing	7	85	57	67,0
Zwiesel-Ost	6	70	53	76,0
Summa bzw. Durchschnitt	54	643	445	69,2

Diese 445 über sechs Jahre hinweg spät austreibenden Bäume können zur Begründung von Samenplantagen herangezogen werden. Das zu erwartende Plantagensaatgut ergibt mit hoher Wahrscheinlichkeit einen sehr großen Anteil spättreibender Pflanzen. Eine weitere Möglichkeit zur Bereitstellung von nicht spätfrostgefährdetem Pflanzenmaterial bietet sich durch Auslese innerhalb der Nachkommenschaften dieser spättreibenden Mutterbäume im Pflanzgarten, wie dies im Versuch in Laufen (Abschnitt II C) geschehen ist.

B. Austreibeverhalten von Einzelbaum- und Bestandes-Nach-
kommenschaften in Laufen (Oberbayern)

1. Material und Methode

Von einem Teil der in Abschnitt II A beschriebenen spätreibenden Bäume konnte im Herbst 1964 Saatgut geerntet werden. An den Nachkommenschaften sollte festgestellt werden, in welchem Maße die Eigenschaft "Spätreiben" bei freiem Abblühen vererbt wird. Es standen insgesamt 66 Einzelbaum-Nachkommenschaften zur Verfügung. Von zwölf Beständen, in denen spätreibende Mutterbäume beerntet worden waren, wurde außerdem Bestandesmischsaatgut bereit gestellt, um die Einzelbaum- mit den Bestandes-Nachkommenschaften vergleichen zu können.

Im Frühjahr 1965 wurde das Saatgut im Großpflanzgarten der Bayerischen Landesanstalt für Forstliche Saat- und Pflanzenzucht (BLA-FSPZ) in Laufen/Obb. ausgesät. Im Sommer 1967 sind die erzogenen Sämlinge dort im Verband von 20 x 10 cm verschult worden. Dabei wurden die Einzelbaum-Absaaten reihenweise auf einem Beet mit den zugehörigen Bestandes-Absaaten ausgepflanzt.

In den drei folgenden Jahren (1968 bis 1970) wurde das Austreibeverhalten von etwa 100 Pflanzen jeder Nachkommenschaft nach einem einheitlichen Verfahren aufgenommen, wobei diese Individuen in vier Gruppen einzuordnen waren. Diese Gruppen sind folgendermaßen definiert (nach ROHMEDER, 1948):

Gruppe 1: Winterzustand, die Knospen sind noch nicht ausgetrieben.

Gruppe 2: Angetrieben, Knospen an den unteren Zweigen z. T. bereits geöffnet, aber noch beschuppt.

Gruppe 3: Fast ausgetrieben, fast alle Knospen geöffnet,
Gipfelknospe jedoch noch geschlossen.

Gruppe 4: Voll ausgetrieben, Knospen der Seitenzweige bereits gestreckt, Gipfelknospe geöffnet.

Diese Gruppeneinteilung ermöglicht jeweils eine Bewertungsziffer (abgekürzt BZ) zu berechnen, indem man die Anzahl der Individuen einer Gruppe mit der Gruppennummer multipliziert und durch die Gesamtzahl der beobachteten Pflanzen dividiert. Mit diesem relativ einfachen Verfahren konnte man für jeden Beobachtungstermin und jedes Jahr die BZ einer Nachkommenschaft errechnen und die sehr heterogenen Absaaten miteinander vergleichen. Je größer diese BZ ist, desto früher treibt eine Nachkommenschaft aus.

Im ersten Jahr 1968 wurde nur ein Aufnahmetermine angesetzt, der im Hinblick auf die Vegetationsentwicklung relativ spät lag. In den beiden folgenden Jahren 1969 und 1970 konnte die Entwicklung an jeweils drei Terminen festgestellt werden. Die Aufnahmen wurden an folgenden Tagen durchgeführt:

im Jahre 1968 am 6. Mai,

im Jahre 1969 am 5., 8. und 14. Mai,

im Jahre 1970 am 11., 15. und 20. Mai.

Der Entwicklungsstand der Fichten am 6. Mai 1968 entspricht ungefähr dem vom 14. Mai 1969, aber nicht dem vom 20. Mai 1970. Da die Pflanzen im Vorjahr verschult worden waren, zeigten sich später im Vergleich zu den Aufnahmen 1969 und 1970 Abweichungen, die nur durch den sogenannten Verpflanzungsschock erklärt werden können. Die Werte des Jahres 1968 werden deswegen bei der Darstellung der Ergebnisse nicht berücksichtigt. Die Aufnahme vom 14. Mai 1969 registrierte allgemein nur noch den Anteil der Pflanzen in der Gruppe 1, so daß eine Bewertungsziffer für diesen Termin nicht errechnet werden konnte.

Sowohl 1969 als auch 1970 wurden die jeweils frühest- und spätesttreibenden Individuen für einen vergleichenden Anbauversuch gekennzeichnet. Der Versuch ist im Forstamt München-Süd bereits angelegt.

In dem klimatisch günstig gelegenen Pflanzgarten in Laufen geht die Knospenentfaltung bei warmer Witterung sehr schnell voran. Daher war es erforderlich, das gesamte Material an jeweils einem Tag unter Beteiligung mehrerer Mitarbeiter aufzunehmen. Bei der Einwertung von besonders schwer zu charakterisierenden Pflanzen in eine bestimmte Gruppe sind daher subjektive Einflüsse nicht ausgeschlossen.

Zusätzlich wurde in den Beobachtungsjahren das Pflanzenmaterial noch nach einem anderen Verfahren aufgenommen, mit dem die Verteilung und die Dauer des Austreibens sowie der mittlere Austreibzeitpunkt errechnet werden konnten. Für das Jahr 1969 wurden diese Aufnahmen von der BLA-FSPZ durchgeführt, die dankenswerterweise dieses Zahlenmaterial für den Vergleich mit der Aufnahme 1970 zur Verfügung stellte.

Die Untersuchungsmethode bestand darin, daß alle zwei Tage festgestellt wurde, wieviele Pflanzen einer Nachkommenschaft voll ausgetrieben bzw. angetrieben hatten. Der errechnete mittlere Austreibzeitpunkt (mittlerer AZ) ist das Summenmittel der voll ausgetriebenen Individuen.

2. Ergebnisse

Die errechneten Bewertungsziffern (BZ) der Nachkommenschaften ermöglichen nur einen groben Überblick über das Austreibeverhalten des in Laufen vorhandenen Pflanzenmaterials. Denn der Vergleich dieser Ziffern innerhalb einer Nachkommenschaft zu den verschiedenen Terminen und noch deutlicher bei verschiedenen Nachkommenschaften läßt erkennen, daß

diese Werte als Maßstab für eine feinere Bewertung nicht voll geeignet sind. In Abbildung 10 wird an einigen Beispielen demonstriert, daß bei gleicher durchschnittlicher BZ (Jahresdurchschnitt) ein ganz unterschiedliches Verhalten der Nachkommenschaften vorliegen kann: Die prozentualen Anteile der vier Beobachtungsgruppen und auch deren Veränderungen zwischen den Aufnahmetermen eines Jahres können völlig verschieden sein. Sowohl 1969 als auch 1970 gibt es jeweils eine größere Zahl von Fällen, in denen Nachkommenschaften die gleiche BZ haben, obwohl sie in ihrem Austreibeverhalten erheblich differieren. In Übersicht IV (im Anhang) sind sowohl die BZ als auch die übrigen Austreibedaten angegeben, und zwar in der Reihenfolge, die der Versuchsanordnung in Laufen entspricht. Andererseits lassen im Gegensatz zum mittleren Austreibedatum die von Termin zu Termin zunehmenden BZ deutlich die Austreibeentwicklung erkennen, so daß Nachkommenschaften, die bei der ersten Aufnahme scheinbar spältreibend sind, später doch als mittel- oder früh-treibend eingewertet werden können oder umgekehrt. Einige Beispiele aus dem Jahre 1970 sollen dies verdeutlichen:

Nr. der Nachkommen- schaft	Bewertungsziffern		
	am 11.5.	am 15.5.	am 20.5.
1	2,03	2,17	2,62
64	2,00	2,36	3,16
67	1,55	2,17	3,16
75	1,51	1,79	2,63

Die Nachkommenschaften Nr. 1 und Nr. 64 weisen am ersten Aufnahmetermin fast die gleiche BZ auf, entwickeln sich dann aber sehr verschieden: Nr. 64 gehört entsprechend der letzten BZ zu den früh-treibenden Nachkommenschaften, Nr. 1 dagegen zu den mitteltreibenden. Ähnlich verschieden - bei etwa gleicher Ausgangsbasis - entwickeln sich auch die Nachkommenschaften Nr. 67 und Nr. 75. Die Absaaten Nr. 67 und Nr. 1 weisen zum 2. Termin völlig gleiche BZn auf, bei

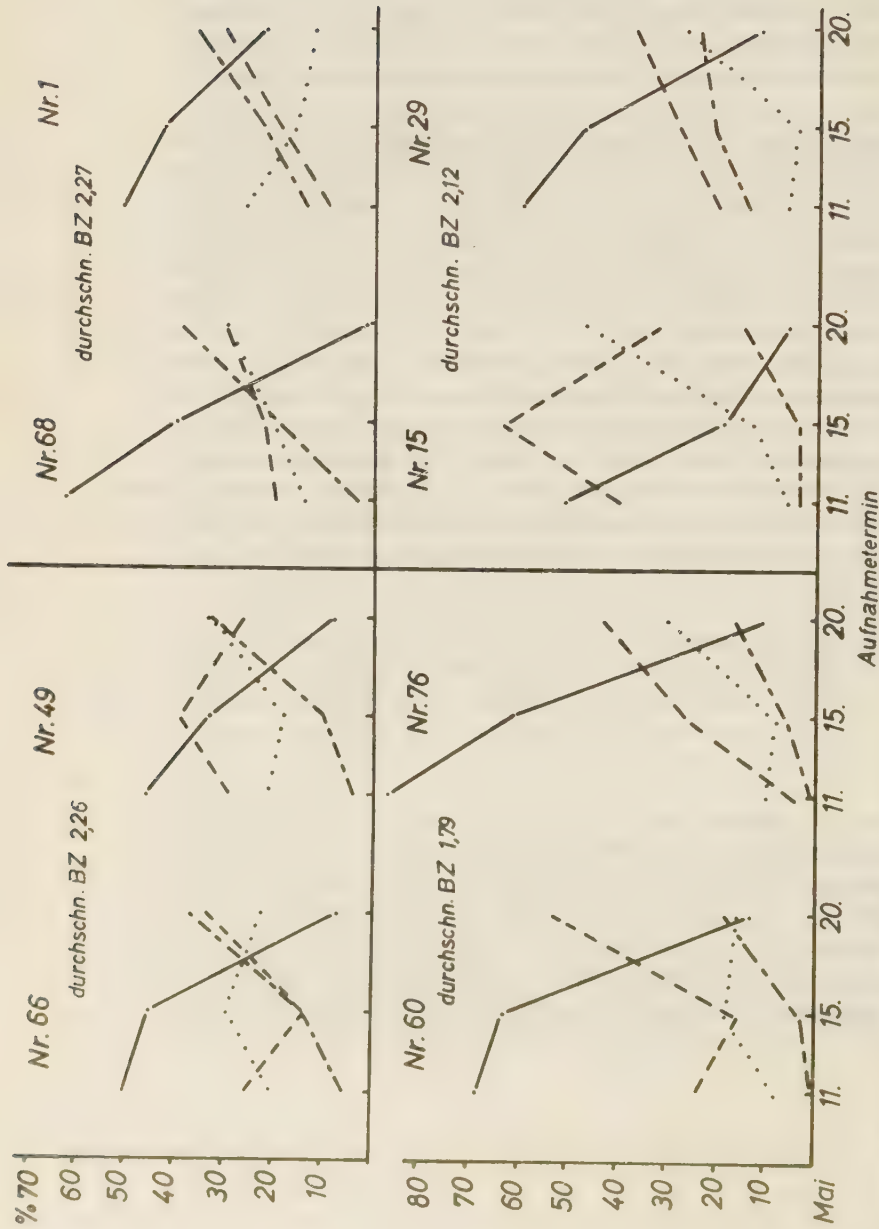
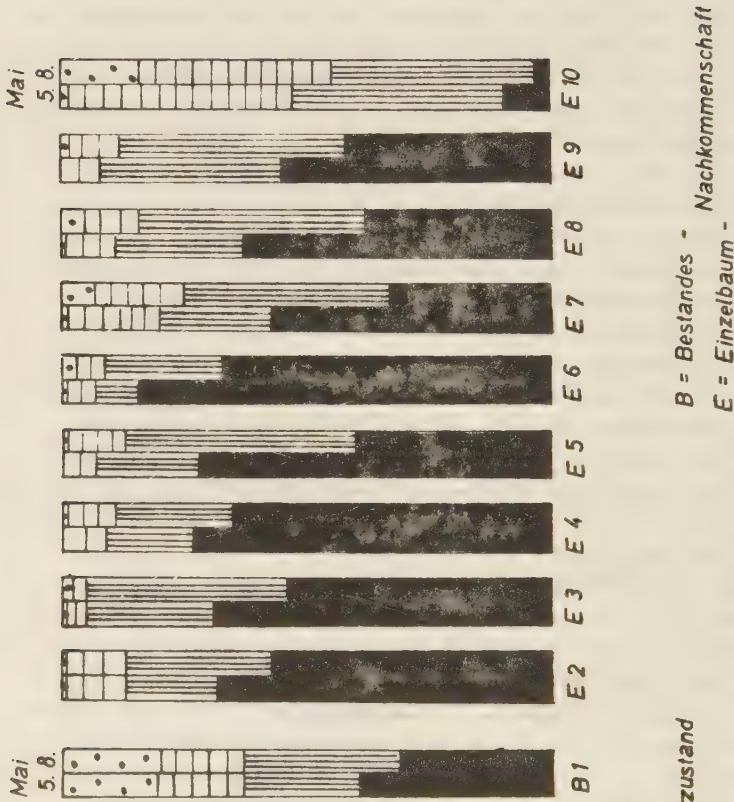


Abb.10 Prozentuale Verteilung der Individuen auf die vier Austreibe-Gruppen bei verschiedenen Nachkommenschaften mit jeweils gleichen durchschnittl. Bewertungsziffern (BZ) im Jahre 1970 (Versuch Laufen)

sehr unterschiedlichen Anfangs- und Endwerten. Entsprechende Beispiele gibt es ebenso für das Jahr 1969. Die Berechnung von durchschnittlichen BZn ist aus dem oben dargelegten Grunde nicht sinnvoll. Von Interesse ist nur die Veränderung der BZn bzw. die ihr zugrunde liegende Entwicklung des Austreibens, die aus der grafischen Darstellung der prozentualen Verteilung der Individuen einer Nachkommenschaft auf die vier Austreibegruppen ersichtlich ist. In den Abbildungen 11 bis 14 sind diese Veränderungen für eine Anzahl von Einzelbaum- und Bestandes-Nachkommenschaften in den Jahren 1969 und 1970 dargestellt. Das Beispiel Anzing zeigt 1969 (Abb. 11) sehr deutlich, daß bis auf eine Ausnahme (Nr. 10) die Einzelbaum-Nachkommenschaften wesentlich später treiben, also eine wesentlich kleinere BZ als die Bestandes-Nachkommenschaft aufweisen. Dies ist in den meisten Fällen auch im Jahr 1970 (Abb. 12) festzustellen. Auffallend ist ferner bei Absaaten aus dem Forstamt Anzing, daß die Entwicklung im Jahr 1970 vom ersten zum zweiten Beobachtungstermin nur geringe Fortschritte zeigt, die BZ also nur wenig zunimmt, während vom 2. zum 3. Termin eine größere Zunahme zu verzeichnen ist. Die Ursache liegt in der starken Abnahme der Gruppe 1 (spätreibend), während die Zunahme der Gruppe 4 (frühtreibend) geringer ist. Wie aus Übersicht IV zu entnehmen ist, verhalten sich dagegen in den meisten Fällen die Nachkommenschaften so, daß die BZ zwischen den drei Beobachtungsterminen relativ gleichmäßig zunimmt. In einigen Fällen ist diese Zunahme auffallend groß (z. B. bei den Nachkommenschaften Nr. 67, 68 und 69), d. h., die Pflanzen treiben sehr schnell aus; in anderen Fällen ist sie besonders klein, weil das Austreiben langsam vor sich geht (z. B. bei den Nachkommenschaften Nr. 34 bis 40). Ähnlich abweichend wie die genannten Absaaten aus dem Forstamt Anzing verhalten sich auch die Nachkommenschaften Nr. 42 bis 46 aus dem Forstamt Zwiesel-Ost und einzelne andere. Umgekehrt, nämlich anfangs schnell und dann sehr zögernd treiben beispielsweise die Nachkommenschaften Nr. 20, 27 und 74 aus.



Zu Abb. 11 und 12:

- = Gruppe 1, Winterzustand
- |||| = " 2
- ≡ = " 3
- = " 4, voll ausgetrieben

Abb. 11 Prozent-Anteil der 4 Austreibegruppen innerhalb von Bestandes- bzw. Einzelbaum-Nachkommenschaften im Jahre 1969, Herkunft Anzing (Versuch Laufen)

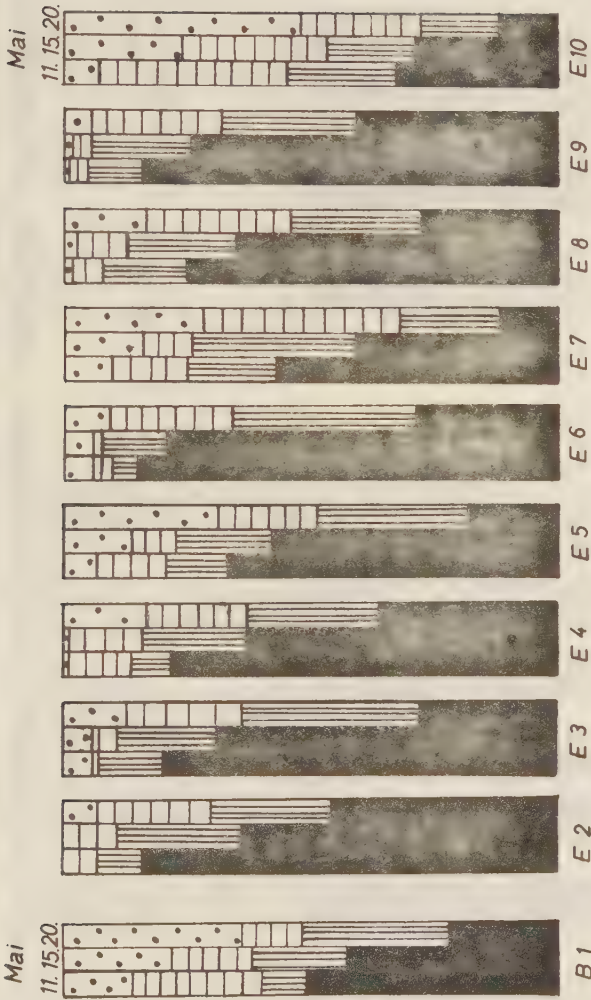
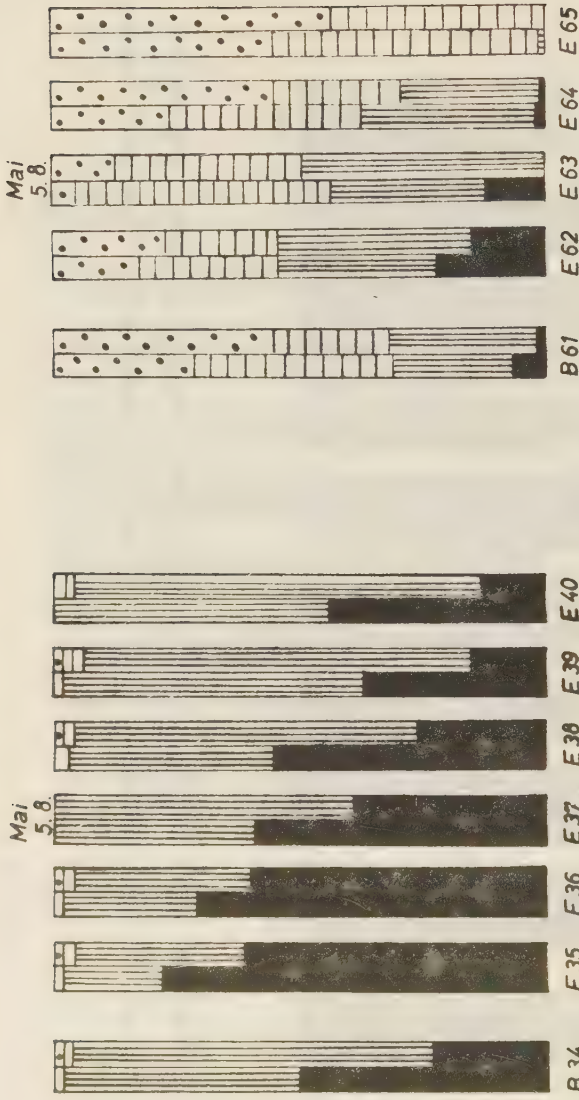


Abb. 12 Prozent-Anteil der 4 Austreibegruppen innerhalb von Bestandes - bzw. Einzelbaum - Nachkommenschaften im Jahre 1970, Herkunft Anzing
(Versuch Laufen)



Zu Abb. 13 und 14:

■ = Gruppe 1, Winterzustand

|||| = " 2

≡ = " 3

••• = " 4, voll ausgetrieben

B = Bestandes -

Nachkommenschaft

E = Einzelbaum -

Abb. 13 Prozent-Anteil der 4 Austreibegruppen innerhalb von Bestandes- bzw. Einzelbaum-Nachkommenschaften im Jahre 1969, Herkunft Zwiesel und Ansbach (Versuch Laufen)

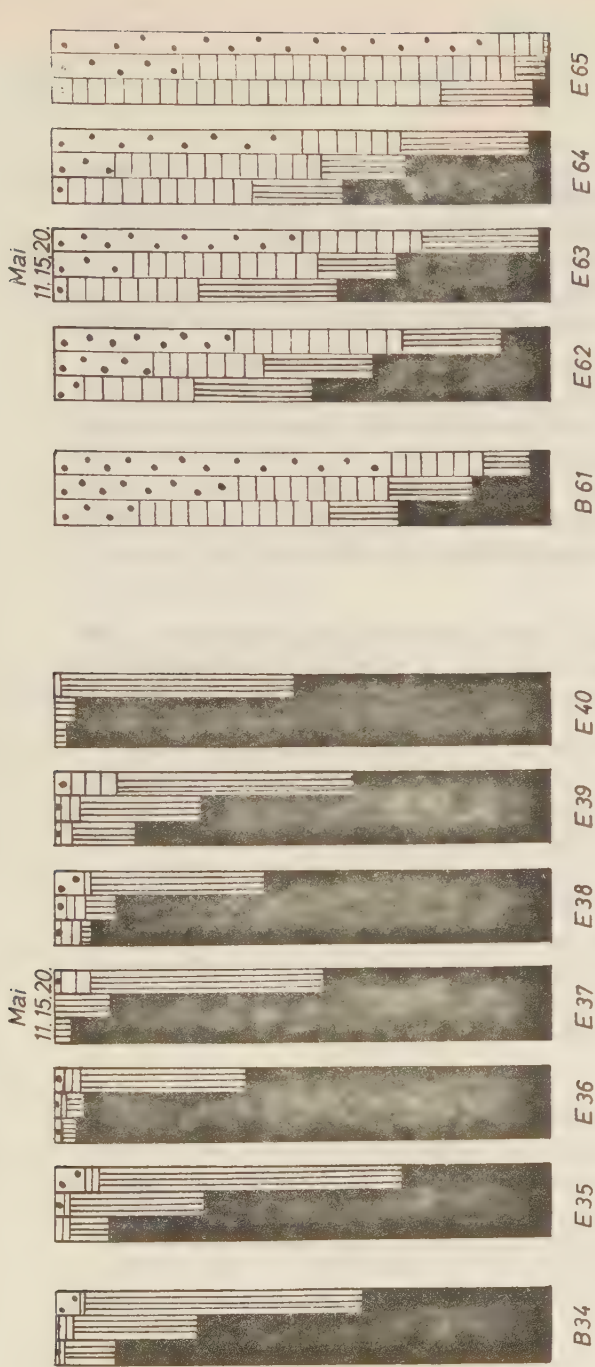


Abb.14 Prozent-Anteil der 4 Austreibegruppen innerhalb von Bestandes- bzw. Einzelbaum-Nachkommenschaften im Jahre 1970, Herkunft Zwiesel und Ansbach (Versuch Laufen)

Die "Herkünfte" Zwiesel-Ost und Ansbach zeigen (Abbildung 13, 14), wie groß die Unterschiede verschiedener Nachkommenschaften am gleichen Standort sein können. Zwiesel-Ost ist ein Beispiel für einen sehr hohen Anteil von Spätreibern, d. h. von Individuen, die der Gruppe 1 (Winterzustand) angehören. Auch der Prozentsatz der Gruppe 2 ("gerade angetriebene" Bäume) ist sehr hoch, während die Gruppen 3 und 4 kaum oder gar nicht vertreten sind. Demgegenüber weist Ansbach überwiegend voll ausgetriebene (Gruppe 4) oder stark angetriebene (Gruppe 3) Individuen auf, und nur kleine Anteile in den Gruppen 1 und 2. Besonders deutlich sind diese Unterschiede, wenn man die Ab- bzw. Zunahme der Gruppen an den drei Beobachtungsterminen des Jahres 1970 (Abb. 14) vergleicht.

Während die BZn die Austreibentwicklung wiedergeben, läßt sich der absolute Vergleich zwischen den Nachkommenschaften und Jahren besser mit dem Austreibedatum und der -dauer führen.

Der durchschnittlich mittlere Austreibzeitpunkt (AZ), d. h. der Termin, an dem im Durchschnitt aller 78 Nachkommenschaften die Hälfte der Individuen ausgetrieben hat, ist 1969 der 18. Mai und 1970 der 27. Mai (Übersicht IV). Im Jahr 1970 liegt also der mittlere AZ rd. 9 Tage später. Im ganzen ist die Witterung des Jahres 1969 für das Austreiben günstiger gewesen als 1970, denn zwischen dem mittleren AZ der frühesten und der spätesten Nachkommenschaft liegen nur 15 Tage (vom 10. bis zum 25. Mai), dagegen beträgt dieser Zeitraum 1970 20 Tage, vom 17. Mai bis zum 6. Juni.

Neben dem Austrieb der Gipfelknospe, der zur Feststellung des mittleren AZ diente, wurde 1970 getrennt das Austreiben der Seitenknospen beobachtet. (Die Werte sind nicht im einzelnen angegeben). Im Durchschnitt aller 78 Absaaten besteht zwischen dem mittleren AZ und dem Mittelwert der

Seitenknospen eine Differenz von rd. zehn Tagen, d. h., der mittlere Austreibetermin der Gipfelknospen liegt im Jahre 1970 um rd. zehn Tage, also sehr erheblich später als der der Seitenknospen (Abb. 15). Die ermittelte Regression dieser beiden Termine ist hochsignifikant, so daß die Abweichungen im einzelnen unbedeutsam sind.

Die mittleren AZn der Gipfelknospe - die Entfaltung der Gipfelknospe ist genauer zu erfassen und im Hinblick auf mögliche Spätfrostschäden wichtiger als die der Seitenknospen - wurden für die Jahre 1960 und 1970 einander gegenüber gestellt (Abb. 16), wobei die entstandene Regression sich als hochsignifikant erwies. Es besteht demnach ein enger Zusammenhang zwischen den mittleren Austreibeterminen der beiden Beobachtungsjahre.

Betrachtet man dagegen die absoluten Daten der mittleren AZn (Übersicht IV), entsteht zunächst der Eindruck einer gewissen Unregelmäßigkeit. Teilt man die Nachkommenschaften in früh-, mittel- und spätreibende ein, kann man feststellen, daß manche von ihnen in den beiden Jahren die Zugehörigkeit zu einer der Austreibegruppen ändern. Folgende Nachkommenschaften sind Beispiele für einen solchen Wechsel:

Nr. der Nachkommenschaft	Gruppe des Austreibens				
	früh	mittel	spät	mittel	früh
41	x	x			
56	x	x			
66	x	x			
34		x	x		
47		x	x		
70		x	x		
5			x	x	
28			x	x	
29			x	x	
19				x	x
25				x	x
74				x	x

Wie sich diese Zusammenhänge für sämtliche 78 Absaaten darstellen, wird in Abbildung 17 deutlich. Die Nachkommenschaften sind hier in der Reihenfolge der mittleren AZn im Jahr

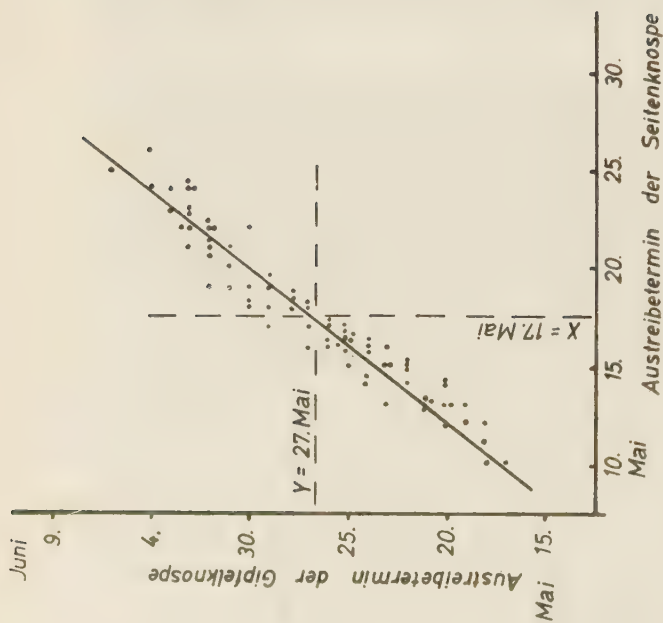


Abb.15 Regression der mittleren Ausstreibetermine von Seiten- und Gipfelknospen im Jahre 1970 (78 Nachkommenschaften des Versuches Laufen)

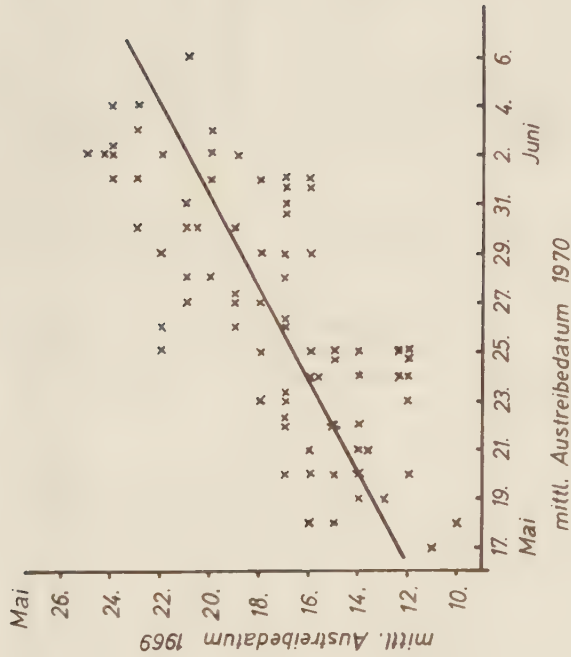


Abb. 16 Regression der mittleren Austreibetermine
in den Jahren 1969 und 1970
(78 Nachkommenschaften des Versuches Laufen)

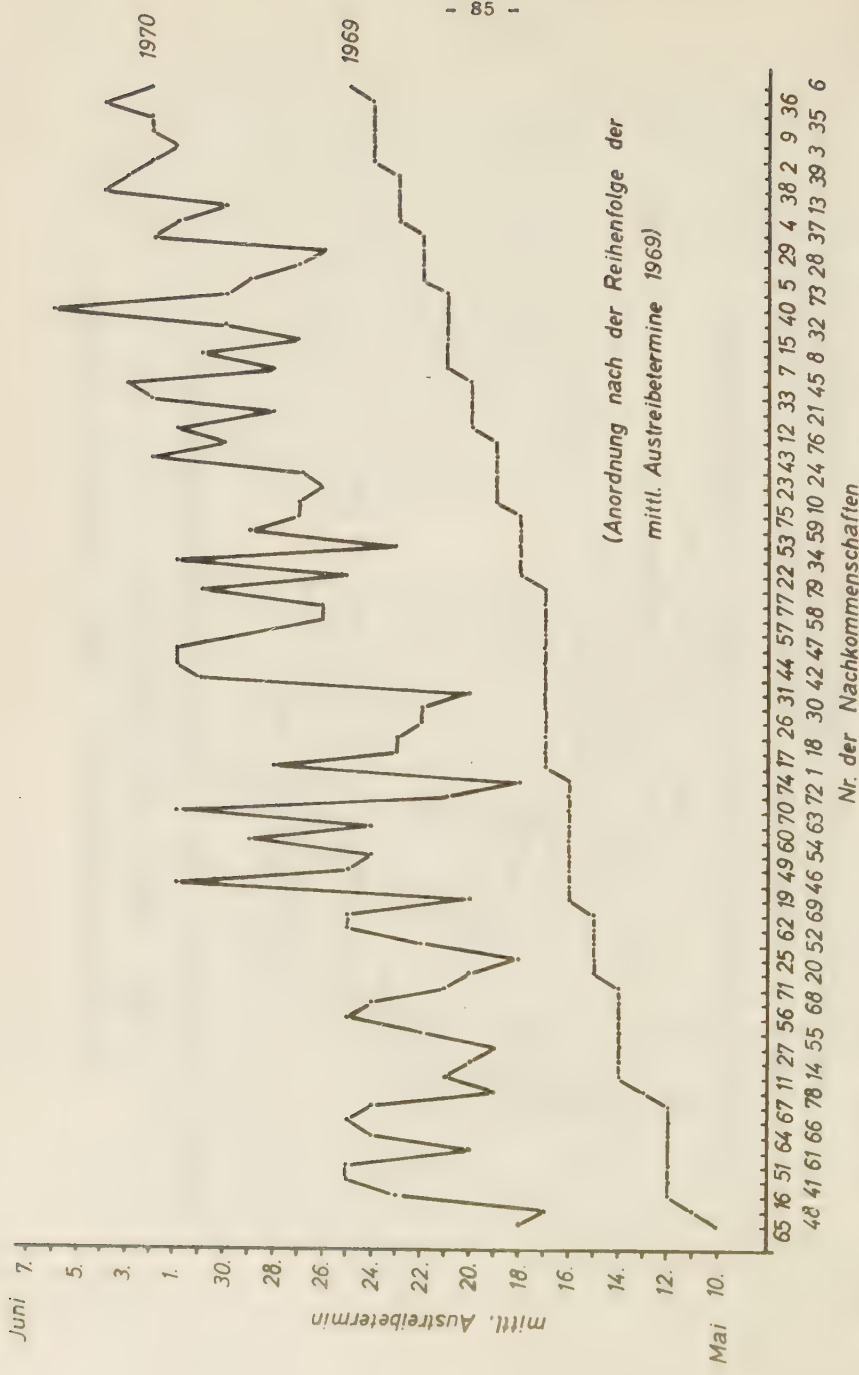


Abb.17 Mittlere Ausbreibetermine der 78 Nachkommenschaften des Versuches Laufen in den Jahren 1969 und 1970

1969 geordnet. Es zeigt sich, daß sie bei mehr oder minder starken Abweichungen doch eine deutliche Tendenz ihres Austreibeverhaltens in den beiden Beobachtungsjahren beibehalten. Dabei wird außerdem der Einfluß der Witterungsverhältnisse deutlich, 1969 ist das Jahr mit frühzeitigem Beginn, 1970 das mit späterem. Für verschiedene "Herkünfte" wurde das Austreiben der Nachkommenschaften gesondert aufgezeichnet in Abbildung 18. Es handelt sich hierbei um zwei Fälle (Absaaten aus Denklingen und Mittelsinn), in denen das Austreibeverhalten 1969 und 1970 besonders stark voneinander abweicht und zwei Fälle (Zwiesel und Anzing), in denen es besonders gut übereinstimmt.

Zusammenfassend kann festgestellt werden, daß Nachkommenschaften ihre Anlage zu frühem bzw. spätem Austreiben im allgemeinen beibehalten, wobei durch die unterschiedliche Jahreswitterung bedingt gewisse Abweichungen auftreten können.

Entsprechend den Unterschieden der mittleren AZn ist auch die Austreibedauer, d. h. die Zeit, die bei einer Nachkommenschaft bis zum vollständigen Ergrünen aller beobachteten Individuen verstreicht, verschieden. 1969 beträgt die Austreibedauer im Gesamtdurchschnitt 19 Tage, 1970 27 Tage. Dabei liegen Minimum und Maximum 1969 bei zehn bzw. 28 Tagen, 1970 bei 16 bzw. 33 Tagen (Übersicht IV, im Anhang).

Ordnet man die Nachkommenschaften in der Reihenfolge der zunehmenden Dauer des Austreibens im Jahre 1969 und vergleicht sie mit den zugehörigen Werten des Jahres 1970, so zeigt sich (Abb. 19), daß nur ein schwacher Zusammenhang zwischen den beiden Jahren besteht. Die Dauer des Austreibens scheint also kein echtes Merkmal zu sein und stark mit der Witterung zu schwanken, wobei auffallende Unterschiede zwischen verschiedenen Absaaten bestehen. Nachfolgend werden einige Beispiele für solche Abweichungen aufgeführt, die auch hinsichtlich der Differenzen in den Austreibeterminen auffallen:

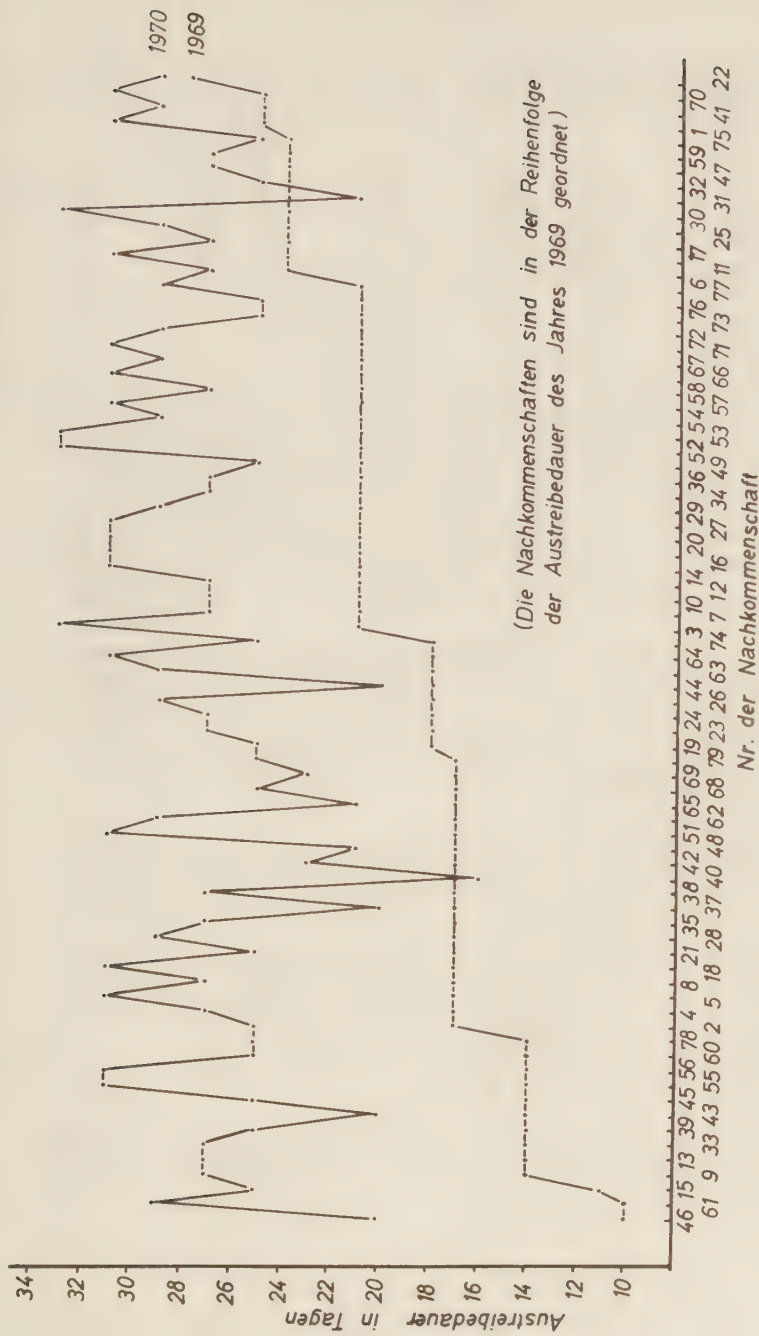


Abb.19 Ausstreibedauer der 78 Nachkommenschaften in den Jahren 1969 und 1970 (Versuch Laufen)

Nr. der Nachkommenschaft	mittlerer AZ		Differenz (Tage)	Austreibedauer (Tage)		Differenz (Tage)
	1969	1970		1969	1970	
32	21,5.	30,5.	9	24	25	1
61	12,5.	20,5.	8	10	29	19
40	21,5.	6,6.	16	17	16	- 1
18	17,5.	23,5.	5	17	31	14
29	22,5.	25,5.	3	21	29	8
79	17,5.	31,5.	14	17	25	8
Mittel aller 78 Nachkommenschaften			9,1			8,2

Nachkommenschaften, deren Differenz zwischen dem mittlerer AZ beider Jahre dem Durchschnitt entspricht (Nr. 32 und Nr. 61), weisen für die Dauer des Austreibens erhebliche Unterschiede auf. Die Absaaten Nr. 29 und 79 dagegen stimmen in beiden Jahren in ihrer jeweiligen Austreibedauer gut überein, differieren aber im mittleren AZ. In beiden Kriterien vom Durchschnitt abweichend zeigen sich die Nachkommenschaften Nr. 40 und 18.

In Teil II A über das Austreibeverhalten der verschiedenen Bestände (Herkünfte) war ein Zusammenhang zwischen dem Austreibetermin und der -dauer festgestellt worden. Es konnte gezeigt werden, daß die frühtreibenden Herkünfte gesichert länger (rd. sieben Tage) brauchen, um zu ergrünen als die spätreibenden.

In Laufen ist dieser Zusammenhang bei den Nachkommenschaften nicht nachweisbar. Die Darstellungen von Austreibedauer und zugehörigem Austreibzeitpunkt (Abb. 20 und 21) zeigen für die Einzelwerte deutlich starke Unregelmäßigkeiten auf und lassen auch für die größeren Gruppen-Mittelwerte gleicher Austreibedauer keine klare Tendenz erkennen. Die statistische Überprüfung ergab für 1969 eine Korrelation von - 0,395 und für 1970 von - 0,330.

Das Ziel des Versuches in Laufen war, festzustellen, in welchem Maße das Merkmal "Spätreiben" von frei abgeblühten Mutter-

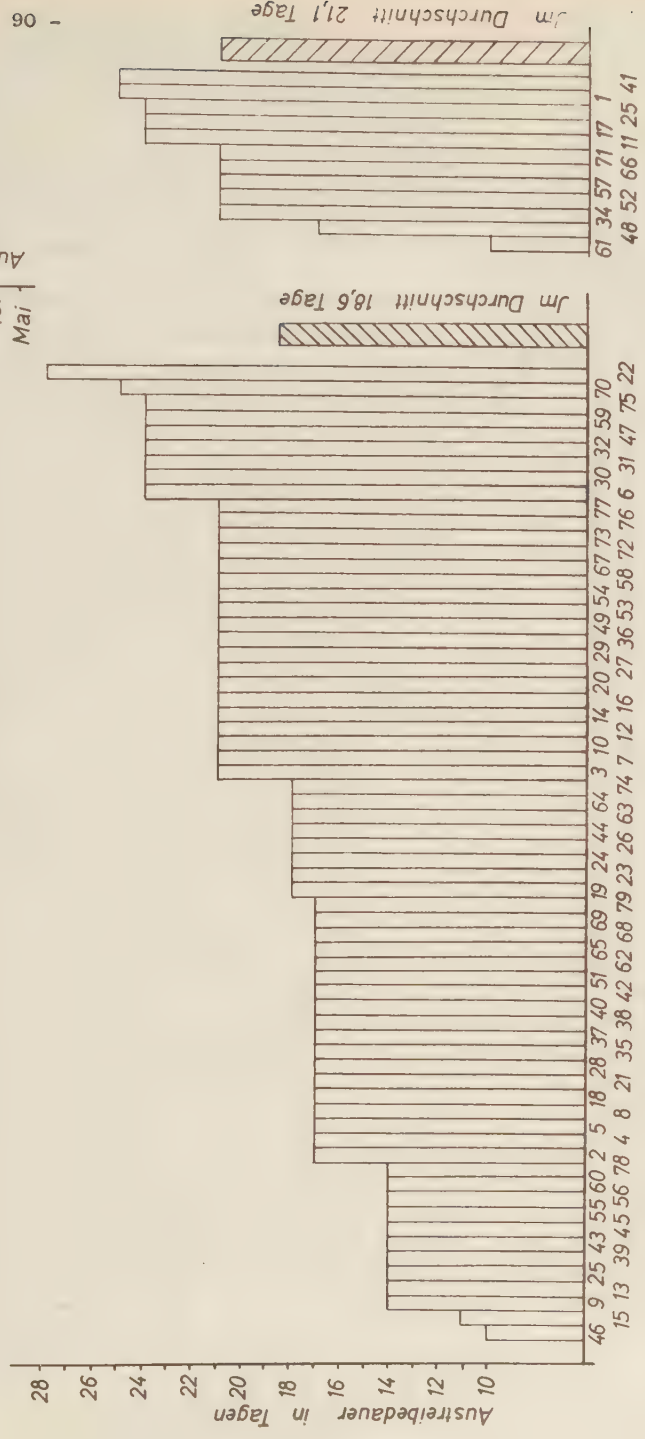


Abb. 20 Ausstreibedauer u. mittl. Ausstreibezeitpunkt der Einzelbaum- bzw. Bestandes- Nachkommenschaften im Jahre 1969 (Versuch Laufen)

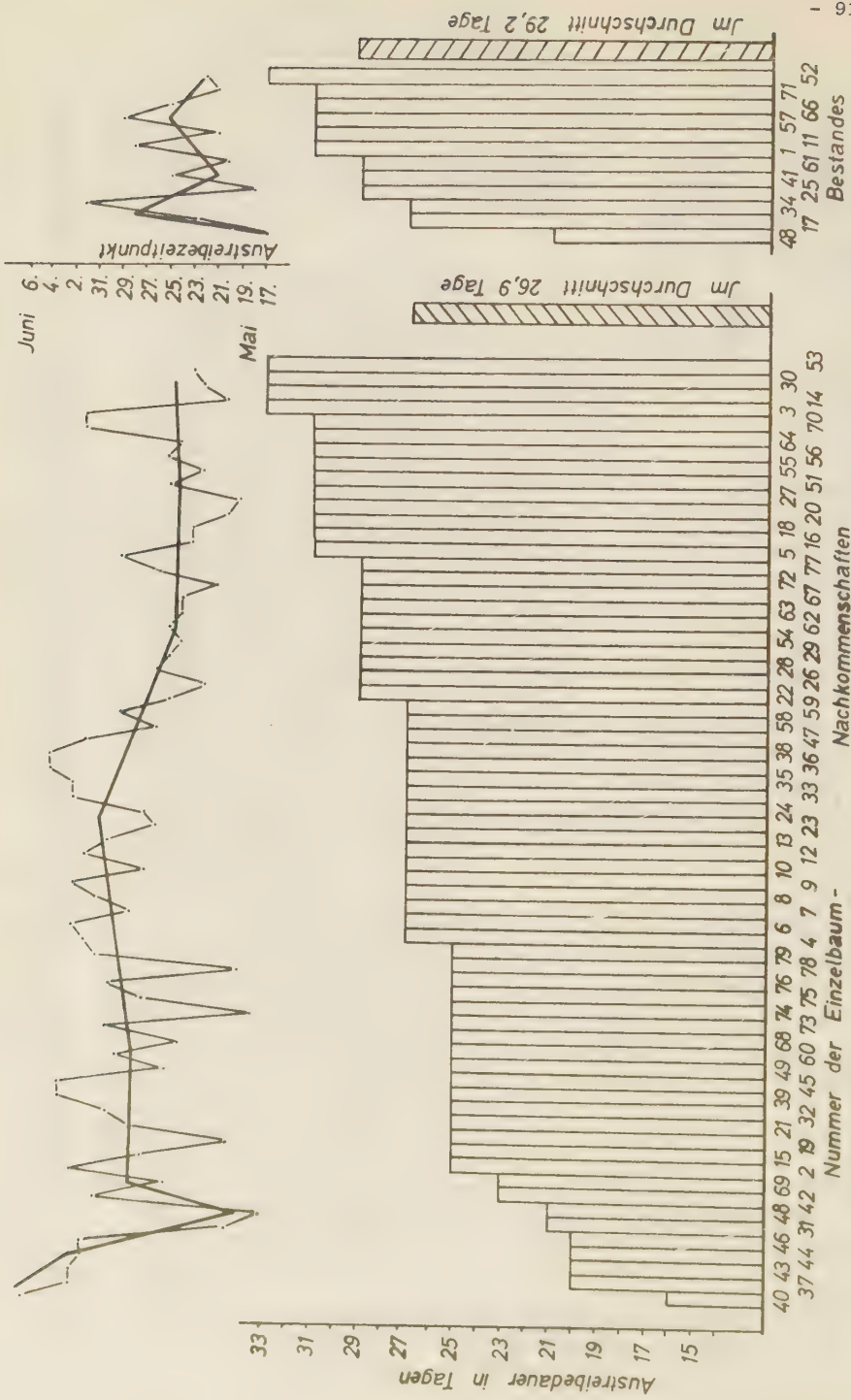


Abb.21 Ausstreibedauer u. mittl. Ausstreibezeitpunkt der Einzelbaum- bzw. Bestandes-
Nachkommenschaften im Jahre 1970 (Versuch Laufen)

bäumen auf ihre Nachkommenschaften vererbt wird. Zum Vergleich mit den Einzelbaum-Absaaten standen jeweils die Mischabsaaten der Bestände zur Verfügung.

Der größte Teil der Einzelbaum-Nachkommenschaften, nämlich 78 % , trieb in beiden Jahren später aus. Die Prüfung auf Signifikanz ergab, daß im Jahr 1969 56,1 % und im Jahr 1970 62,1 % aller Nachkommenschaften gesichert später austreiben, als die zugehörigen Bestandes-Absaaten (Übersicht 5). Für die verschiedenen Ausgangsbestände, in denen das Material geerntet worden war, ist dieser Anteil sehr schwankend. Von drei Einzelbaum-Nachkommenschaften des Forstamtes Feuchtwangen treibt keine signifikant später als die Bestandes-Absaat. Die sechs Einzelbaumabsaaten aus dem Bestand Nr. 78 im Forstamt Zwiesel-Ost öffneten in beiden Jahren gesichert später ihre Knospen. Die Ursachen für diese unterschiedlichen Ergebnisse sind einerseits in der Zusammensetzung der Bestandes-Nachkommenschaft zu suchen; diese kann zufälligerweise relativ spätreibend sein, so daß sich die Einzelbaum-Nachkommenschaft nicht deutlich absetzen kann. Andererseits ist es möglich, daß spätreibende Mutterbäume überwiegend von sehr frühtreibenden Fichten bestäubt worden sind, so daß tatsächlich eine mittel- bis frühtreibende Einzelbaum-Nachkommenschaft entsteht. Schließlich ist auch die Intensität der Selektion der Mutterbäume noch von Einfluß. Um diesen Sachverhalt zu überprüfen, wurden die mit Sicherheit spätreibenden Mutterbäume ausgewählt; dazu gehören die Individuen, die in den letzten drei Beobachtungsjahren (1962 - 1964) jeweils später austrieben als der Durchschnitt aller Spätreiber eines Bestandes. Von den 66 beernteten Fichten können demnach 23 Bäume als extreme Spätreiber bezeichnet werden. Der Vergleich ihrer Absaaten mit der zugehörigen Bestandes-Absaat zeigt, daß im Durchschnitt der beiden Aufnahmejahre 20 Nachkommenschaften der 23 Spätreiber (= 87 %) später treiben. Signifikant später treiben 56,5 % im Jahr 1969 bzw. 73,9 % im Jahr 1970 (Übersicht 6). Die Ursache der Jahresschwankungen kann nicht einwandfrei geklärt werden, es

Übersicht 5

Vergleich von sämtlichen Einzelbaum- und zugehörigen Bestandes-Nachkommenschaften

(Versuch Laufen)

Herkunft bzw. Bestand	1969						1970					
	Einzelbaum - Nachkommenschaften			EN, die signifi- kant später trei- ben als BN			EN, die später treiben als BN			EN, die signifi- kant später trei- ben als BN		
	Anzahl insgesamt	die später treiben als BN		Anzahl	%		Anzahl	%		Anzahl	%	
		Anzahl	%		Anzahl	%		Anzahl	%		Anzahl	%
Anzing	9	9	100,0	8	88,9		7	77,8		6	66,7	
Danklingen Nr. 53	5	3	60,0	3	60,0	17,5	3	60,0	6-9	3	60,0	21,5
Danklingen Nr. 52	7	4	57,1	1	14,3	14,5	4	57,1	3	4	57,1	57,1
Danklingen Nr. 51	8	7	87,4	4	50,0	17,5	8	100,0	5-7	6	75,0	3-5
Zwiesel-Ost Nr. 77	6	6	100,0	6	100,0	15,5	6	100,0	3-6	4	66,7	4-15
Zwiesel-Ost Nr. 78	6	6	100,0	6	100,0	18,5	6	100,0	4-8	6	100,0	3-5
Zwiesel-Ost Nr. 75	2	2	100,0	1	50,0	12,5	2	100,0	5	2	100,0	6-9
Fichtelberg Nr. 69	4	2	50,0	1	25,0	11,5	3	75,0	3	1	25,0	8
Feuchtwangen Nr. 22	3	2	66,7	0	0,0	15,5	1	33,3	-	0	0,0	3
Ansbach Nr. 15	4	2	50,0	2	50,0	17,5	3	75,0	3-4	3	75,0	-
Königsberg Nr. 6	4	3	75,0	2	50,0	12,5	2	50,0	3-4	1	25,0	4-5
Mittelsinn Nr. 3	8	7	87,4	3	37,5	14,5	5	62,5	4-7	5	62,5	7
Summe bzw. Mittel	66	53	80,3	37	56,1	-	50	75,8	-	41	62,1	-

BN = Bestandes-Nachkommenschaft

EN = Einzelbaum - Nachkommenschaft

Übersicht 6

Vergleich von Einzelbaum-Nachkommenschaften "echt" spätreiben-
der Mutterbäume und zugehörigen Bestandes-Nachkommenschaften
(Versuch Laufen)

Herkunft bzw. Bestand	1969						1970							
	Einzelbaum - Nachkommen- schaften	EN, die später treiben als BN		EN, die signi- fikant später treiben als BN		Mittlerer AZ der zu- gehörigen BN 1969	Differenz (in Tagen) zwischen AZ der BN und AZ der sig- nifikant späteren EN	EN, die später treiben als BN		EN, die signi- fikant später treiben als BN		Mittlerer AZ der zu- gehörigen BN 1970	Differenz (in Tagen) zwischen AZ der BN und AZ der signi- fikant spä- teren EN	
		Anzahl	%	Anzahl	%			Anzahl	%	Anzahl	%			
Anzing	5	3	3	100,0	2	66,7	17,5	7 - 8	2	66,7	2	66,7	28,5	5
Denklingen Nr. 53	5	1	1	100,0	1	100,0	14,5	7	1	100,0	1	100,0	21,5	6
Denklingen Nr. 52	7	3	3	100,0	0	0,0	17,5	-	3	100,0	3	100,0	23,5	3 = 4
Denklingen Nr. 51	8	4	4	100,0	2	50,0	15,5	5 - 6	4	100,0	3	75,0	18,5	4 = 15
Zwiesel-Ost Nr. 77	6	2	2	100,0	2	100,0	18,5	3 - 6	2	100,0	1	50,0	1,6	5
Zwiesel-Ost Nr. 78	6	4	4	100,0	4	100,0	12,5	4 - 8	4	100,0	4	100,0	25,5	7 - 9
Zwiesel-Ost Nr. 75	2	1	1	100,0	0	0,0	11,5	-	1	100,0	1	100,0	17,5	8
Fichtelberg Nr. 69	4	1	0	0	0	0,0	15,5	-	0	0	0	0,0	22,5	-
Feuchtvangen Nr. 22	3	2	1	50,0	0	0,0	17,5	-	0	0	0	0,0	29,5	-
Ansbach Nr. 15	4	1	1	100,0	1	100,0	12,5	3	1	100,0	1	100,0	20,5	5
Mittelsinn Nr. 3	8	1	1	100,0	1	100,0	14,5	4	1	100,0	1	100,0	21,5	6
Summe bzw. Mittel	62	23	21	91,3	13	56,5	-	-	19	82,6	17	73,9	-	-

BN = Bestandes-Nachkommenschaft
EN = Einzelbaum-Nachkommenschaft

fällt jedoch insofern ein Zusammenhang mit der Jahreswitterung auf, als diese gesicherten Ergebnisse mit der Verspätung des allgemeinen Wachstumbeginns beträchtlich zunehmen. Da jeweils die mittleren Austreibetermine verglichen werden, könnte dies bedeuten, daß in einem "späten" Jahr die Chance der Einzelbaum-Nachkommenschaft sich gegenüber der Bestandes-Nachkommenschaft zu differenzieren, deshalb zunimmt, weil ein gewisser Anteil besonders spät treibender Individuen dann mit noch größerer Verzögerung reagiert. Folgendes Beispiel soll diesen Zusammenhang erklären:

Forstamt Denklingen	Mittl. Austreibzeitpunkt	
	1969	1970
Bestandes-Nachkommenschaft Nr.25	15.5.	18.5.
Einzelbaum-Nachkommenschaft Nr.33	20.5.	2.6.
Differenz (Tage)	5	15

Hierbei ist zu berücksichtigen, daß der AZ 1970 der Bestandes-Absaat sehr früh liegt. Die gegenüber 1969 verzögerte Wärmeentwicklung im Frühjahr 1970 beeinflusst also die später treibenden Fichten stärker. Bei spätreibenden Nachkommenschaften kann es umgekehrt sein; wenn die Bestandes-Absaat durch kühle Witterung bereits eine starke Verzögerung erfährt, erweist sich der AZ der Einzelbaum-Nachkommenschaft u. U. als nicht mehr signifikant später:

Forstamt Zwiesel-Ost	Mittl. Austreibzeitpunkt	
	1969	1970
Bestandes-Nachkommenschaft Nr. 34	18.5.	1.6.
Einzelbaum-Nachkommenschaft Nr. 35	24.5.	2.6.
Differenz (Tage)	6	1
		(nicht signifikant)

Daß die ungleichmäßige Witterung mit später Wärmeentwicklung im Jahr 1970 gegenüber einer gleichmäßigen mit früh einsetzen-der Wärme im Jahr 1969 von Einfluß ist, zeigt auch die Streuung der mittleren AZe der beiden Jahre; 1969 beträgt die Stand-

ardabweichung der genannten 23 Einzelbaum-Nachkommenschaften $\pm 5,8$ Tage, 1970 dagegen $\pm 8,1$ Tage.

Zur Charakterisierung einer spätreibenden Nachkommenschaft ist neben dem mittleren AZ vor allem auch der Anteil spät austreibender Individuen wichtig. Ferner spielt auch noch der Anteil frühtreibender Pflanzen eine Rolle. Je zahlreicher die Spätreiber in einer Nachkommenschaft vertreten sind, umso wertvoller ist eine solche im Hinblick auf die Verwendung in der Praxis. Denn bei einem zweiten Selektionsschritt können dann im Saat- und Versuchsbeet die Frühtreiber unter geringen Verlusten ausgemerzt werden, so daß schließlich ein mehr oder weniger spätreibendes Pflanzenmaterial übrigbleibt.

Die Auswertung der durchgeführten Aufnahmen zeigte, daß der Anteil der Gruppe 1 (Winterzustand) allein nicht ausreicht für die Beurteilung einer Nachkommenschaft, sondern daß hierzu auch noch der Prozentsatz der Gruppe 4 (voll ausgetrieben) herangezogen werden muß. Für das Jahr 1969 mit gleichmäßiger Erwärmung wurden daher die Anteile der Gruppen 1 und 4 in den Einzelbaum-Absaaten, die nach dem mittleren AZ gesichert später als die zugehörigen Bestandes-Absaaten ausgetrieben haben, errechnet und den Vergleichswerten der Letztgenannten gegenübergestellt (Übersicht 7). Allen diesen Werten liegt das Ergebnis der letzten Aufnahme des Jahres 1969 vom 8. Mai zugrunde. Der Vergleich der Durchschnittswerte für die elf Bestandes- und die 39 Einzelbaum-Nachkommenschaften zeigt klar, daß letztere einerseits einen doppelt so hohen Anteil an Spätreibern der Gruppe 1 (20,5 gegenüber 11,5 %) aufweisen, andererseits aber auch einen wesentlich geringeren Anteil an Frühtreibern der Gruppe 4 (nur 11,1 gegenüber 33,6 %) enthalten. Besonders positiv sind dabei die Nachkommenschaften aus den Beständen in Anzing, Denklingen Nr. 53 und 51 und

Übersicht 7

Prozent-Anteile der Gruppen 1 (Winterzustand) und
2 (voll ausgetrieben) am 8. Mai 1969 von Einzel-
baum-Nachkommenschaften, die gesichert später aus-
treiben als die zugehörige Bestandes-Absaat.

Forstamt (Bestand)	Nr. der Bestan- des-Nachkommen- schaft, bzw. Anzahl der Ein- zelbaum-Nachkom- menschaft	mittlerer AZ	Anteil (%) 1(Winter- zustand)	der Gruppe 4(voll aus- getrieben)
Anzing	B 1	17.5.	31,0	15,0
	8 EN	23.5.	49,5	2,8
Denklingen Nr. 53	B 11	14.5.	7,0	50,0
	3 EN	21.5.	33,3	5,3
Denklingen Nr. 52	B 17	17.5.	27,0	22,0
	1 EN	20.5.	20,0	2,0
Denklingen Nr. 51	B 25	15.5.	8,0	25,0
	4 EN	21.5.	25,3	3,3
Zwiesel-Ost Nr. 77	B 34	18.5.	23,0	2,0
	6 EN	23.5.	35,7	1,3
Zwiesel-Ost Nr. 78	B 41	12.5.	6,0	30,0
	6 EN	18.5.	7,2	5,0
Zwiesel-Ost Nr. 75	B 48	11.5.	0,0	76,0
	1 EN	16.5.	9,0	32,0
Fichtelberg Nr. 69	B 52	15.5.	18,0	24,0
	1 EN	18.5.	22,0	18,0
Ansbach Nr. 15	B 61	12.5.	2,0	45,0
	2 EN	16.5.	7,5	18,0
Königsberg Nr. 6	B 66	12.5.	2,0	42,0
	2 EN	16.5.	3,0	26,0
Mittelsinn Nr. 3	B 71	14.5.	2,0	39,0
	5 EN	18.5.	13,0	8,4
Durchschnitt aller 11 Bestan- des-Nachkommenschaften			11,5 %	33,6 %
Durchschnitt aller 39 Einzel- baum-Nachkommenschaften			20,5 %	11,1 %

Mittelsinn zu beurteilen, die sich durch einen hohen Spätreiber- und einen geringen Fröhreiber-Anteil auszeichnen.

Der Versuch in Laufen bietet auch noch in anderer Hinsicht Einblick in das Austreibeverhalten der Fichte. Auf gleicher Fläche mit sehr weitgehend einheitlichen Umweltbedingungen wurden dort Bestandes-Absaaten völlig verschiedener Herkunft ausgepflanzt. Ein Vergleich zwischen den Ausgangsbeständen an den verschiedenen Standorten und den Nachkommenschaften auf gleichem Standort läßt Schlüsse zu über das erb- bzw. umweltbedingte Austreibeverhalten der Fichte. Dieser Vergleich wird jedoch beeinträchtigt einerseits durch die Feststellung von MÜNCH (1923), daß Jungfichten etwa bis zum Alter 20 einige Wochen früher austreiben als Altbäume; andererseits auch durch die Tatsache, daß bei den Nachkommenschaften die Entfaltung der Gipfelknospen, bei den Altbeständen hingegen die der Seitenknospen beobachtet worden ist. Es ist bekannt, daß die Gipfelknospen sich wesentlich später öffnen als die Seitenknospen.

Der in Abbildung 22 dargestellte Vergleich der durchschnittlich mittleren Austreibetermine der Bestände (1959 bis 1964) mit den jeweils zugehörigen Jahreswerten der Nachkommenschaften (1969 und 1970) zeigt, daß nur teilweise eine Übereinstimmung in der Austreibe-Tendenz gegeben ist. Bei einem Teil der Nachkommenschaften ist entweder eine Verzögerung oder eine Beschleunigung des Austreibens festzustellen. Die Absaaten Nr. 1, 11, 17 und 52 bilden die Gruppe mit übereinstimmendem Verhalten, die Nummern 57, 61, 66 und 71 gehören zu der Gruppe mit verzögertem Austreiben und die Nachkommenschaften Nr. 34, 41, 48 und 51 aus Zwiesel-Ost bzw. Denklingen zur dritten Gruppe mit beschleunigter Knospenentfaltung. Aus diesem gruppenweise unterschiedlichen Verhalten kann auf ähnliche bzw. abweichende Klimaverhältnisse zwischen dem Anbauort Laufen und den verschiedenen Herkunftsorten geschlossen werden.

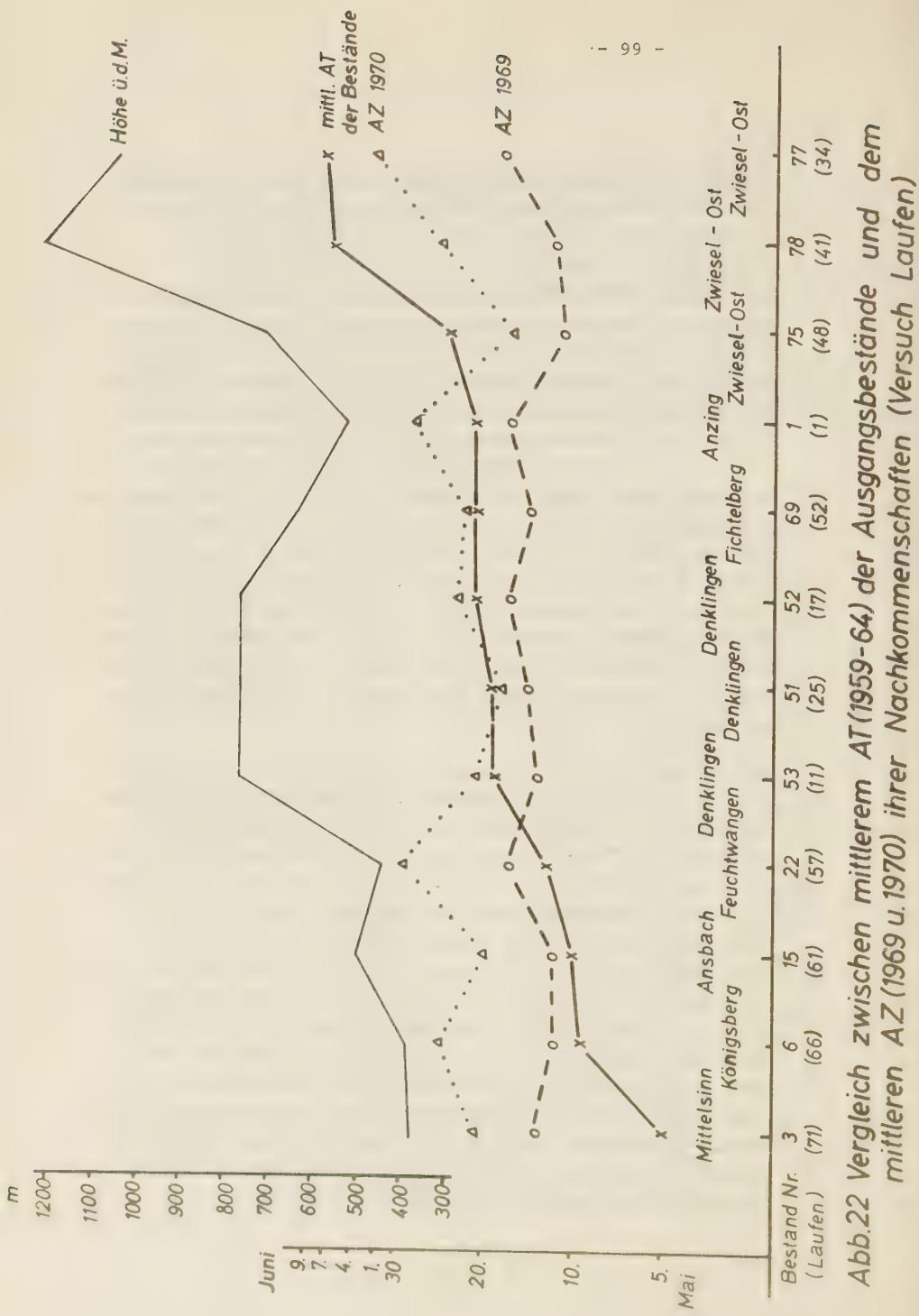


Abb.22 Vergleich zwischen mittlerem AT(1959-64) der Ausgangsbestände und dem mittleren AZ (1969 u. 1970) ihrer Nachkommenschaften (Versuch Laufen)

Die zwölf Bestandes-Absaaten repräsentieren den gesamten Höhenlagen-Bereich der beobachteten Bestände von 375 m (Mittelsinn) bis 1220 m (Zwiesel-Ost). Damit sind in Laufen bei den Nachkommenschaften nahezu alle Höhenstufen vertreten, lediglich der Bereich zwischen 800 - 1000 m fehlt. Der Versuchsort Laufen liegt auf rd. 430 m ü. d. M.. Aus dem obigen Vergleich der Bestände und Nachkommenschaften kann geschlossen werden, daß unter den gegebenen Bedingungen in Laufen eine Abstufung des Verhaltens der Nachkommenschaften entsprechend den Höhenlagen in drei Bereiche möglich ist (Abb. 22):

- a) Nachkommenschaften von Beständen bis 500 m, die in Laufen relativ spät austreiben,
- b) Nachkommenschaften von Beständen zwischen 500 m und 800 m, die in Laufen ein etwa mittleres Austreibeverhalten zeigen,
- c) Nachkommenschaften von Beständen von 700 m bis 1220 m, die in Laufen relativ früh treiben.

Diese Abstufung des Austreibeverhaltens nach Höhenbereichen kann für das gesamte Fichten-Vorkommen in Bayern angenommen werden mit Ausnahme des Alpenraumes, der bei dem Versuch nicht vertreten ist.

Die Ausgangsbestände der zwölf Nachkommenschaften stellen fast sämtliche Fichten-Herkünfte dar, die 1959 - 1964 sechs Jahre lang beobachtet worden waren. Die "frühesten" und die "spätesten" Bestände sind mit je einer Absaat vertreten. Aus der Gegenüberstellung der mittleren Austreibetermine, genauer aus der Differenz der minimalen Jahresschwankungen für das Gesamtgebiet und für Laufen ergibt sich annähernd die Größenordnung der genetisch- bzw. umweltbedingten Austreibevariation. Der mittlere AT der Bestände schwankt im Minimum 1963 zwischen dem 9. Mai und dem 1. Juni, also 23 Tage. In Laufen treiben die Nachkommenschaften dieser

Bestände im Minimum 1969 zwischen dem 11. und 18. Mai, also in sieben Tagen; 1970 sind es hingegen 15 Tage:

	Mittlerer Austreibetermin		Differenz	
	frühestes Datum	spätestes Datum	Tage	%
12 Bestände (1963)	9.5.	1.6.	23	100
12 Nachkommenschaft- ten Laufen 1969	11.5.	18.5.	7	30,4

1969 ist ein relativ "frühes" Jahr gewesen mit einer gleichmäßig schnellen Erwärmung, so daß damit die auffallend kurze Spanne des Austreibens der zwölf Nachkommenschaften von nur sieben Tagen erklärt werden kann. Die Schwankung der Ausgangsbestände an den verschiedenen Orten im Jahr 1963, die weitgehend umweltbedingt ist, beträgt 23 Tage und kann als minimal bezeichnet werden. Dieser minimalen Differenz der Bestände steht eine maximale von 52 Tagen im Jahre 1962 gegenüber (3.5. bis 24.6.).

Abschließend kann für den Versuch in Laufen festgestellt werden, daß die Eigenschaft "spättreibend", die für die Selektion der Mutterbäume maßgebend war, bei der überwiegenden Zahl ihrer Nachkommenschaften - 1969 treiben rd. 56 % signifikant später, 1970 sind es rd. 62 % - zum Ausdruck kommt. Bei den möglichen Kombinationen der unkontrollierten Bestäubung (spättreibend x früh-, bzw. mittel-, bzw. spättreibend) entspricht das erhaltene Ergebnis etwa dem zu erwartenden.

C. Austreibe- und Wuchsverhalten von Einzelbaum-Nachkommen-
schaften früh- und spätreibender Altfichten aus dem
"Tharandter Wald" (Versuch im Hofoldingner Forst)

1. Material und Methode

Im Jahre 1928 hatte Prof. MÜNCH im "Tharandter Wald" 24 Altfichten in 85- bis 110jährigen Beständen ausgesucht, die er in den Folgejahren wiederholt auf ihr Austreiben überprüfte. Dabei ergab sich eine Abstufung von "sehr früh" über "früh", "mittel" und "spät" bis "sehr spät", die sich über den mehrjährigen Beobachtungszeitraum hinweg als ziemlich konstant erwies. In den Jahren 1936 und 1938 wurden von diesen Mutterbäumen nach freiem Abblühen Samen gewonnen und im Forstlichen Versuchsgarten Grafrath baumweise getrennt ausgesät. Was die Herkunft dieses Materials anbelangt, so handelte es sich um künstlich, "sehr wahrscheinlich mit einheimischen Samen" begründete Bestände in einer Höhenlage von 350 bis 450 m ü. d. M.. Der ganze "Tharandter Wald" gehört dem natürlichen Verbreitungsgebiet der Baumart Fichte an.

Die in Grafrath erzogenen Jungpflanzen wurden im 3- bzw. 4jährigen Alter auf drei mehrere hundert Meter voneinander entfernte Versuchsflächen im Hofoldingner Forst ausgepflanzt (Abb. 23). Die Nachkommenschaften des Erntejahrgangs 1936 stocken auf zwei Flächen von 3,1 bzw. 1,5 ha Größe (HQ und HH), die des Jahrgangs 1938 auf einer dritten, 2,7 ha großen Fläche (JR). Infolge der je Mutterbaum naturgemäß unterschiedlichen Samen- und Pflanzenausbeute ergaben sich teilweise erhebliche Abweichungen in der Größe der einzelnen Nachkommenschaftsparzellen. Diese Parzellen sind in-

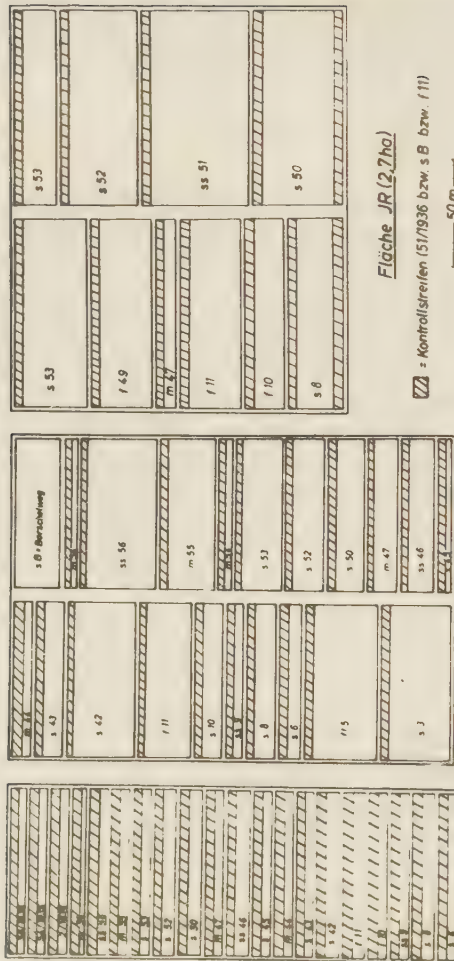


Abb. 23 Versuch mit Nachkommenschaften zeitlich verschieden austreibender Fichten - Mutterbäume im 'Hofoldingen Forst' (Bayer. FA Sauerlach)

nerhalb der Versuchsflächen jeweils durch einheitliche Kontrollstreifen einer bestimmten Nachkommenschaft abgegrenzt. Die Streifen erlauben, jeweils als Bezugsbasis verwendet, den Ausgleich der in den Flächen vorhandenen Bodenunterschiede. Hinsichtlich der klimatischen Bedingungen, die neben der Wasser- und Nährstoffversorgung für den Wachstumsbeginn im Frühjahr von hervorragender Bedeutung sind, darf man in Anbetracht des geringfügig differierenden Pflanzenalters sowie der ebenen Lage aller Flächen sehr weitgehend einheitliche Verhältnisse unterstellen. Gegenüber dem Herkunftsgebiet "Tharandter Wald" ist das Anbaugebiet "Hofoldinger Forst" im Bereich des bayerischen Forstamtes Sauerlach - obwohl beide bei einer Höhenlage von durchschnittlich etwa 400 bzw. 640 m ü. d. M. mehr oder weniger als "Tieflagen" gelten können - durch relativ starke und häufige Spätfröste gekennzeichnet. Diesem Klimafaktor kommt im Hinblick auf den Versuchszweck, nämlich das Austreibeverhalten und die davon abhängige Wuchseistung der Nachkommenschaften früh- bzw. spättreibender Mutterbäume zu prüfen, die entscheidende Bedeutung zu. Bezüglich der Bodenverhältnisse ist auf einen kleinflächenweisen Wechsel in der Gründigkeit sowie im Kies- bzw. Lehmgehalt hinzuweisen, der das Wachstum der Fichte spürbar beeinflussen kann. Im allgemeinen handelt es sich im Bereich der Versuchsflächen um einen mäßig frischen, mittelgründigen Niederterrassenschotter-Verwitterungsboden mit Lehmüberlagerung.

Diese drei Versuchsflächen sind in der Vergangenheit bis zum fortgeschrittenen Jugendalter mehrmals aufgenommen worden. Im Frühjahr 1944 wurden die damals 7- bzw. 5jährigen Jungfichten unter der Leitung von MÜNCH zum ersten Male auf ihr Austreibeverhalten untersucht. Für jede "Sorte" konnte innerhalb weniger Tage je nach dem Austreibestadium der Gipfelknospe der Anteil sehr früh, früh, mittel, spät und sehr spät austreibender Individuen festgestellt werden.

Diese Einteilung entsprach der seinerzeit bei den Mutterbäumen angewandten; maßgebend war dabei der Mittelwert mehrerer Aufnahmen in einem gewissen zeitlichen Abstand. In den "Beiträgen zur Forstpflanzenzüchtung" wird auf Seite 63 dazu berichtet: "Unter den dreiundzwanzig Fällen (Anm.: gemeint sind die Nachkommenschaften) ist eine Übereinstimmung in fünfzehn vollständig, in sechs Fällen weniger vollkommen (eine Stufe Unterschied) und nur in zwei Fällen ist die Übereinstimmung nicht bewiesen. Angesichts der möglichen Fehlerquellen können wir diesen Versuch als vollständigen Beweis für die unveränderte Vererbung des Austreibecharakters betrachten". Damals schien man also von der Vererbung des Austreibeverhaltens der Mutterbäume auf die Nachkommenschaften fest überzeugt gewesen zu sein.

13 Jahre später haben ROHMEDER und DIETZ im 20- bzw. 18jährigen Alter der Fichten das Austreiben der verschiedenen Nachkommenschaften erneut untersucht, wobei in einem neuen, gründlicheren Verfahren jeweils 100 Individuen pro Parzelle den folgenden vier Gruppen zugeordnet wurden:

Gruppe 1 "nicht angetrieben"

= Knospen in völligem Winterzustand

Gruppe 2 "leicht angetrieben"

= Knospen mehr oder minder stark angeschwollen, z. T. bereits grüne Nadeln sichtbar, jedoch alle oder fast alle Knospen noch von Schuppen bedeckt

Gruppe 3 "ergrünt"

= alle oder fast alle Seitenknospen haben die Schuppen abgeworfen, die Gipfelknospe oder die Knospen des obersten Quirls tragen noch Schuppen

Gruppe 4 "voll ergrünt"

= Gipfel- und Seitenknospen sind voll ergrünt und ohne Schuppen

Durch Multiplikation von Individuenanteilen und Gruppenziffern ergaben sich für die Nachkommenschaften jeweils verschiedene 100-Individuen-Werte, die als Bewertungsziffern hinreichend abgestuft und aussagekräftig waren. Eine der Zahl 100 nahekommende Bewertungsziffer bezeichnet eine spätreibende Nachkommenschaft, während umgekehrt eine frütreibende durch Annäherung an die Zahl 400 ausgewiesen wird. Diese Bewertungsziffern sind für die Aufstellung der Austreibe-Rangfolge des Jahres 1957 maßgebend, während der Rangfolge des Jahres 1944 lediglich eine Darstellung auf Seite 62 der "Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung" von MÜNCH zugrunde liegt.

Die Höhenwuchsleistung der Nachkommenschaften wurde durch genaue Messung mittels Leichtmetall-Stangen jeweils im Herbst der vier Jahre 1948 bis 1951, also im Alter von 12 bis 15 bzw. 10 bis 13 Jahren erfaßt. Nach nur teilweise ausreichender Entwicklung der Pflanzen konnte im Herbst 1956 (Alter 20 bzw. 18) erstmals eine Durchmesserkluppung durchgeführt werden, bei der trotz einer Kluppschwelle von 2 cm nur ein Teil der Individuen zu messen war. Die Höhenmessung mußte damals auf maximal 10 bis 15 Individuen im Bereich des arithmetischen Durchmesser-Mittelstamms beschränkt werden, weil die Verwendung von Meßstangen bereits erhebliche Schwierigkeiten bereitete. Bezüglich der verschiedenen Altersangaben ist zu bemerken, daß die an erster Stelle genannten Werte sich stets auf die beiden Flächen (HH und HQ) des Erntejahrgangs 1936 beziehen, während für die dritte Fläche (JR) des Jahrgangs 1938 die an zweiter Stelle stehenden, um zwei Jahre niedrigeren Werte gelten.

Im 33- bzw. 31jährigen Alter ist ein Teil der Nachkommenschaften aller drei Versuchsflächen durch den Verfasser letztmals hinsichtlich ihres Austreibeverhaltens aufgenommen worden. Von Ende Mai bis Ende Juni 1970 war es mit hinreichender Genauigkeit möglich, jeweils 20 herrschende Bäume pro Parzelle, insgesamt also 340 Individuen nach vorheriger Auswahl und Kennzeichnung auf ihr Austreibeverhalten hin zu überprüfen.

Durch Verwendung eines leistungsstarken Fernglases konnte der Austreibebeginn, genauer das volle Ergrünen der Gipfelkrone festgestellt werden. Diese im fünftägigen Abstand durchgeführten Beobachtungen zeigen, daß trotz fortgeschrittener Jahreszeit der Austreibebeginn des Gesamtversuches sich über nahezu einen ganzen Monat erstreckte. Die frühesttreibenden Bäume wurden zum Termin 1. Juni, die spätesttreibenden am 25. Juni erfaßt. Aufgrund dieser Aufnahmen kann für jede durch 20 herrschende Bäume repräsentierte Parzelle bzw. Nachkommenschaft der mittlere Austreibetermin errechnet werden.

Das Wachstum der Nachkommenschaften wurde im Herbst 1969 durch eine Vollklappung von maximal 10 Pflanzreihen sowie durch anschließende Höhenmessung von 20 Bäumen pro Parzelle erfaßt. Die Auswahl dieser begrenzten Zahl von Individuen geschah nach der in den einzelnen Parzellen gegebenen Durchmesser- und Höhenverteilung. Anhand der mit Hilfe bestimmter Ausgleichsfunktionen berichtigten Höhenkurven konnten für die Aufnahme 1969 erstmals Werte für die Massenleistung errechnet werden. Da dieselben die Höhen- und Stärkenwuchsleistung enthalten, ist damit die Möglichkeit für einen umfassenden Leistungsvergleich der zeitlich verschieden austreibenden Nachkommenschaften im Stangenholzalter gegeben.

2. Ergebnisse

a) Das Austreibeverhalten der Nachkommenschaften

Das Austreiben der Einzelstamm-Absaaten nach der Winterruhezeit wurde auf den beiden älteren Flächen HH und HQ in den Jahren 1944, 1957 und 1970 beobachtet. Für die jüngere Fläche JR stehen die Ergebnisse der ersten Austreibebestimmung im Jahre 1944 nicht mehr

zur Verfügung. Bei der letzten Aufnahme im Frühjahr 1970 wurden diese Beobachtungen auf einen Teil der nunmehr bereits im Stangenholzalter stehenden Nachkommenschaften beschränkt.

Anhand der Ergebnisse dieser bisherigen Aufnahmen war eine Rangfolge der Nachkommenschaften hinsichtlich ihres mittleren Austreibetermins aufzustellen, wobei der Aufnahme des Jahres 1957 eine wesentliche Bedeutung zukommt. Im Jahre 1944 hatte MÜNCH, wie aus einer Darstellung in seinen "Beiträgen zur Forstpflanzenzüchtung" zu entnehmen ist, eine sehr weitgehende Übereinstimmung zwischen dem Austreibeverhalten der Mutterbäume und dem ihrer Nachkommenschaften im "Hofoldingen Forst" festgestellt. Die Jungfichten waren damals sieben (Flächen HH und HQ) bzw. fünf (Fläche JR) Jahre alt. Die nach sehr eingehender Aufnahme im Jahre 1957 von ROHMEDEK und DIETZ festgestellten Bewertungsziffern, die eine Rangfolge der 20- bzw. 18jährigen Absaaten ergeben, lassen nach einem Zeitraum von weiteren 13 Jahren in der Mehrzahl der Fälle gleichfalls noch einen engen Zusammenhang im Austreibeverhalten erkennen. In mehreren Fällen weicht jedoch das Austreibeverhalten der Nachkommenschaften erheblich von dem ihrer Mutterbäume ab. Ordnet man die Einzelstamm-Absaaten mit ihrer Austreibe-Rangfolge des Jahres 1957 (Übersichten 8 bis 10) nach der von MÜNCH vorgenommenen Gruppeneinteilung der Mutterbäume, so ergibt sich folgendes Bild:

Mutterbäume = Nachk. (Nr.)		Rangstelle der Nachkommenschaften auf Fläche		
		HH	HQ	JR
ff = sehr früh	5;	2.	2.	-
f = früh	10; 11; 49;	3. 1. -	7. 1. -	3. 1. 2.
m = mittel	44; 47; 55; 58;	6. 7. 18. 13.	6. 4. 10. -	- 5. - -
s = spät	3; 6; 8; 42;	10. 5. 8. 20.	3. 8. 14. 19.	- - 4. -
	43; 45; 50; 52;	19. 17. 4. 14.	18. - 5. 13.	- - 6. 9.
	53; 2/1936;	16. 11.	17. -	7. -
	54; B;	- -	16. 15.	- -
ss = sehr spät	9; 46; 56; 51;	15. 9. 12. -	11. 9. 12. -	- - - 8.
		(20 Nachk.)	(19 Nachk.)	(9 Nachk.)

Die vier ff- und f-Nachkommenschaften Nr. 5, 10, 11 und 49, von denen auf der Fläche JR Erstere nicht und Letztere zu-

Übersicht 8

Austreibe-Rangfolge sowie relative Höhenwuchs- und Massenleistungen
der zeitlich verschieden austreibenden Nachkommenschaften

Fläche HH

Nachkommenschaft Nr.	Austreibe- Rangfolge	Höhenwerte der Kontrolle (K, in m) sowie der Nachkommenschaften (N, in % von K)																		Massen- mittelstamm	
		1-48			1949			1950			1951			1956			1969			K fm	N %
		K m	N	%	K m	N	%	K m	N	%	K m	N	%	K r.	N %						
3	15	2,75	93	3,04	94	3,39	100	3,87	101	7,21	95	15,0	97	0,102	96,0	0,102	97	0,102	96,0		
5	2	2,67	92	3,00	92	3,39	97	3,99	98	7,58	96	15,2	99	0,110	97,3	0,110	99	0,110	97,3		
6	5	2,73	85	3,12	91	3,53	84	4,26	95	7,80	88	15,4	95	0,116	81,0	0,116	95	0,116	81,0		
8	4	2,80	86	3,12	90	3,52	86	4,65	96	7,65	92	15,3	99	0,114	88,6	0,114	99	0,114	88,6		
9	15	2,64	77	2,88	79	3,29	80	4,37	83	7,40	96	15,3	94	0,112	94,6	0,112	94	0,112	94,6		
10	1	2,63	87	2,84	84	3,28	84	3,93	92	7,18	87	15,4	93	0,119	92,4	0,119	92	0,119	92,4		
11	2	2,71	83	2,95	86	3,34	85	3,91	91	7,14	76	15,5	88	0,121	68,6	0,121	88	0,121	68,6		
20	20	2,74	102	3,04	97	3,38	97	3,90	100	6,94	107	14,8	103	0,096	121,9	0,096	103	0,096	121,9		
16	19	2,82	101	3,13	100	3,54	97	4,08	98	7,39	100	14,5	97	0,085	127,0	0,085	97	0,085	127,0		
4	6	2,75	92	3,00	94	3,41	93	4,11	94	7,42	92	15,0	89	0,103	97,1	0,103	89	0,103	97,1		
10	17	2,78	99	3,07	101	3,45	103	4,22	103	7,28	101	15,1	94	0,106	91,5	0,106	94	0,106	91,5		
18	9	2,91	100	3,19	102	3,54	100	4,56	92	7,30	98	14,9	95	0,098	105,1	0,098	95	0,098	105,1		
3	7	2,90	88	3,13	89	3,42	91	4,49	90	7,45	101	14,9	95	0,097	88,6	0,097	95	0,097	88,6		
7	4	2,82	92	3,03	94	3,43	99	4,08	100	7,55	90	15,1	99	0,107	93,4	0,107	99	0,107	93,4		
13	14	2,70	83	2,98	96	3,29	86	3,88	95	6,97	94	15,0	95	0,105	93,3	0,105	95	0,105	93,3		
19	16	2,73	87	3,15	85	3,29	89	3,95	93	6,94	101	15,0	101	0,102	95,1	0,102	101	0,102	95,1		
17	18	2,67	91	3,20	88	3,38	96	4,16	97	7,41	89	15,2	96	0,111	84,7	0,111	96	0,111	84,7		
14	12	2,56	96	2,99	93	3,35	94	4,01	98	7,53	87	14,9	101	0,101	114,8	0,101	101	0,101	114,8		
12	11	2,99	113	3,18	119	3,61	112	4,05	111	7,50	108	15,0	102	0,103	124,3	0,103	102	0,103	124,3		
11	13	2,97	102	3,28	103	3,69	98	4,10	109	7,58	95	15,3	93	0,112	76,8	0,112	93	0,112	76,8		

Austreibe-Rangfolge sowie relative Höhenwuchs- und Massenleistungen
der zeitlich verschieden austretenden Navikommensschaften

Fläche HQ

Nachkom- menschaft Nr.	Austreibe- Rangfolge	Höhenwerte der Kontrolle (K, in m) sowie der Nachkommensschaften (N, in % von K)																Massen- mittelstamm					
		1948				1949				1950				1951						1952			
		K		N		K		N		K		N		K		N		K		N		K m	N %
		m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%	m	%				
S	3	11	3	-	2,29	100	2,48	25	2,89	93	3,47	98	6,41	80	15,0	94	0,114	84,2					
ff	5	3	2	1	2,37	75	2,49	76	2,78	69	3,47	94	6,23	86	14,9	95	0,108	82,9					
S	6	8	8	-	2,39	86	2,48	92	2,85	105	3,44	97	6,21	92	14,9	96	0,109	92,7					
S	8	5	14	5	2,25	84	2,36	92	2,44	82	3,13	92	6,2	83	14,9	93	0,108	77,8					
SS	9	6	11	-	2,19	88	2,25	86	2,34	86	2,99	89	6,17	83	14,7	91	0,101	81,2					
f	10	2	7	3	2,10	-	2,12	-	2,31	49	2,68	-	5,55	74	14,9	72	0,106	61,3					
f	11	1	1	2	2,16	83	2,28	81	2,35	86	2,75	92	6,89	73	14,9	80	0,107	68,2					
S	42	16	19	-	2,28	114	2,48	113	2,71	112	3,33	106	6,46	102	14,4	96	0,090	101,1					
S	43	17	18	-	2,31	108	2,49	111	2,95	104	3,37	106	6,73	99	14,0	101	0,076	122,4					
m	44	9	6	-	2,27	98	2,42	100	2,96	95	3,53	94	6,82	100	14,3	97	0,093	107,5					
SS	46	13	9	-	2,41	101	2,68	105	2,83	103	3,65	98	6,23	101	14,9	94	0,110	89,1					
m	47	4	4	-	2,27	106	2,57	108	2,75	104	3,46	103	6,93	97	14,0	99	0,095	114,7					
S	50	-	5	6	2,44	126	2,53	133	2,80	133	3,57	124	6,06	127	14,4	108	0,091	114,3					
S	52	10	13	4	2,75	93	2,92	96	3,29	92	3,88	90	6,62	100	14,3	106	0,086	113,8					
S	53	14	17	-	2,85	89	3,11	90	3,49	91	4,03	89	7,21	94	14,3	108	0,086	120,9					
S	54	15	16	-	2,75	103	3,01	103	3,33	104	3,89	102	6,96	109	14,7	107	0,103	113,7					
m	55	7	10	-	2,68	89	2,94	89	3,32	83	4,02	86	6,72	85	15,2	97	0,120	80,8					
SS	56	12	12	-	2,59	101	2,82	103	3,21	98	3,97	101	7,05	90	15,1	96	0,117	91,4					
S	B	-	15	-	1,95	124	2,04	123	2,33	127	3,05	135	5,34	120	15,1	101	0,115	96,5					
Im Mittel	-	-	-	-	2,38	-	2,55	-	2,85	-	3,46	-	6,37	-	14,7	-	0,102	-					

Übersicht 10

Austreibe-Rangfolge sowie relative Höhenwuchs- und Massenleistungen
der zeitlich verschieden austreibenden Nachkommenschaften

Fläche JP.

Nachkom- menshaft Nr.	Austreibe- Rangfolge •)	Höhenwerte der Kontrolle (K, in m) sowie der Nachkommenschaften (N, in % von K)																		Massen- mittelsatz	
		1948			1949			1950			1951			1956			1959			K Fm	N %
		K m	N %		K m	N %		K m	N %		K m	N %		K m	N %		K m	N %			
1	11	1,32	87	1,46	84	1,52	84	2,07	84	3,36	85	10,1	90	0,042	85,7						
2	49	1,19	108	1,26	110	1,40	111	1,93	108	3,31	113	10,0	109	0,041	117,0						
3	10	1,33	97	1,46	98	1,55	96	2,15	96	3,47	100	10,4	98	0,049	100,0						
4	3	1,34	98	1,57	100	1,73	97	2,49	100	4,02	117	11,1	113	0,066	113,6						
5	17	1,26	110	1,36	104	1,49	104	2,03	110	3,42	110	10,0	111	0,041	121,9						
6	10	1,15	115	1,25	118	1,32	120	1,83	114	2,91	133	9,9	104	0,039	115,4						
7	53	1,11	110	1,24	105	1,31	109	1,78	106	3,08	117	9,7	115	0,038	150,0						
8	51	1,19	112	1,29	109	1,30	114	1,83	109	2,96	125	10,0	105	0,040	122,5						
9	52	1,16	109	1,27	104	1,29	111	1,82	104	2,96	120	10,0	105	0,040	132,5						
im Mittel		1,23	-	1,35	-	1,43	-	1,99	-	3,28	-	10,1	-	0,044	-						

*) Unterlagen über das Austreibeverhalten im Jahre 1944 nicht verfügbar.

sätzlich vertreten ist, weisen einen sehr engen Zusammenhang mit ihren Mutterbäumen auf. Wenn man davon absieht, daß die Nummer 10 auf der Fläche HQ durch ihre 7. Rangstelle etwas aus dem Rahmen fällt, so können diese Absaaten als ausgesprochene Frühtreiber bezeichnet werden. Die Nummer 11 nimmt auf allen drei Flächen die 1. Stelle ein und darf deshalb als frühesttreibende Nachkommenschaft gelten. Hingegen stehen die ss-Nachkommenschaften Nr. 46 und 56 auf den beiden Flächen HH und HQ jeweils an 9. bzw. 12. Stelle. Bei diesen beiden "mitteltreibenden" Absaaten ist der Zusammenhang mit ihren sehr spät austreibenden Müttern erheblich gestört. Dies gilt ferner auch für die beiden s-Nachkommenschaften Nr. 6 und 50, die auf dem 5. bzw. 4. Platz (Fläche HH) sowie auf dem 8. bzw. 5. Platz (Fläche HQ) liegen und damit im Gegensatz zu den spätreibenden Mutterbäumen mehr oder weniger als frühtreibend gelten können.

Für die Auswertung dieses Versuches, der über das Austreibeverhalten sowie über die davon abhängigen Unterschiede in der Wuchsleistung der Nachkommenschaften Aufschluß geben soll, ist die Frage bedeutungsvoll, ob und inwieweit die Ergebnisse der drei Flächen zusammenfaßbar sind. Hinsichtlich der Umweltbedingungen können zwar einheitliche Klimaverhältnisse unterstellt werden, andererseits aber sind Unterschiede in der Bodengüte und damit in der Wasser- und Nährstoffversorgung nicht auszuschließen. Für die Fläche JR ist entscheidend, daß das Pflanzenmaterial aus dem Erntejahrgang 1938 allgemein um zwei Jahre jünger ist als das aus dem Jahrgang 1936 auf den beiden anderen Flächen. Nicht nur die Altersdifferenz, sondern auch die Möglichkeit erheblicher Abweichungen im Erbgut durch Beteiligung anderer Vaterbäume lassen eine getrennte Auswertung dieser Fläche notwendig erscheinen. Die Fläche JR enthält zudem nur neun Nachkommenschaften, von denen wiederum nur sieben auf allen drei Flächen vorkommen. Hingegen lag es nahe, die Flächen HH und HQ, auf denen je-

weils 16 identische Nachkommenschaften vertreten sind, in der Auswertung zusammenzufassen. Die Varianzanalyse der absoluten Höhenwerte dieser beiden Flächen ergab keine signifikanten Differenzen, wie die unten wiedergegebenen Werte zeigen. Aus dieser Tatsache darf der Schluß gezogen werden, daß zwischen den Flächen HH und HQ keine gravierenden Bodenunterschiede bestehen und daher die Zusammenfassung gerechtfertigt ist.

Ergebnisse der Varianzanalyse von 16 Nachkommenschaften auf den Flächen HH und HQ (absolute Höhenwerte):

Variation	SQ	FG	MQ	F	F.05
Flächen	0,66	1	0,66	2	4,54
Nachkommensch.	10,50	15	0,70		
Rest	4,88	15	0,33		
Gesamt	16,04	31			

Die Durchschnittswerte der 16 auf den beiden Flächen HH und HQ vorhandenen Nachkommenschaften sind für die folgende Darstellung der vom verschiedenen Austreibeverhalten abhängigen Leistungsunterschiede maßgebend. Die Werte der Fläche JR mit nur neun Absaaten sollen dabei als Ergänzung dienen, wobei vor allem die Ergebnisse einzelner, von gleichen Mutterbäumen abstammender Absaaten wertvoll sind.

b) Die Wuchsleistung der Nachkommenschaften

Nachfolgend soll festgestellt werden, ob aus dem verschiedenen Austreibeverhalten der Nachkommenschaften Unterschiede in der Wuchsleistung resultieren. Im Hinblick auf die praktische Nutzanwendung wäre ferner eine Aussage über die Größenordnung derartiger Leistungsunterschiede von großer Bedeutung. Dabei ist jedoch zu bedenken, daß der Leistungs-

vergleich zwischen früh- und spätaustreibenden Nachkommenschaften zwangsläufig auf große Schwierigkeiten stoßen muß, weil die Wuchspotenz der beteiligten Individuen nicht erfaßt werden kann. Genaue Ergebnisse, die in vollem Maße die durch Spätfrostschädigung hervorgerufene Wuchsdepression wiedergeben, sind nur bei gleicher durchschnittlicher Wuchspotenz der zu vergleichenden Nachkommenschaften zu erwarten. In jenen Fällen, in denen die frühtreibenden Absaaten über eine relativ hohe Wüchsigkeit verfügen, kann die spätfrostbedingte Minderleistung überdeckt sein, umgekehrt kann relativ geringere Wüchsigkeit zu überhöhten Ergebnissen führen. Andererseits sind im Hinblick auf die spättreibenden Nachkommenschaften ebenfalls unzutreffende Resultate zu erwarten, wenn durch relativ hohes oder geringes Wuchsvermögen der Leistungsvergleich beeinträchtigt wird.

Aufgrund dieser Überlegungen erscheint es sinnvoll, den Leistungsvergleich auf die extrem früh und extrem spät austreibenden Nachkommenschaften des Versuches zu beschränken, um dadurch mit einiger Wahrscheinlichkeit die größtmögliche Leistungsdifferenz zu erfassen. Die daraus sich ergebende Mehrleistung der spättreibenden Absaaten muß jedoch mit dem Vorbehalt aufgenommen werden, daß über die Wüchsigkeit sowie über das Schadensausmaß und die davon abhängige Wuchsdepression dieser Nachkommenschaften eine zuverlässige Aussage nicht möglich ist. Folgende Nummern mit extrem verschiedenem Austreibeverhalten kommen für den Vergleich in Frage (Übersichten 10 und 11):

Fläche HH+HQ Nr. 11 und 5 (frühtreibend) bzw. Nr. 42 und
43 (spättreibend);
Fläche JR Nr. 11 und 10 (frühtreibend) bzw. Nr. 52 und
51 (spättreibend).

Auf den Flächen HH und HQ wurde die Absaat Nr. 10 in der Jugend vermutlich durch Schneedruck erheblich geschädigt,

Übersicht 11

Durchschnittliche relative Höhenwuchs- und Massenleistung bei der
auf den Flächen HH und HQ vertretenden 16 Nachkommenschaften
(geordnet nach der Austreibe-Rangfolge im Jahre 1957)

Nachkom- menschaft Nr.	Austreibe- Rangfolge		Höhenwuchsleistungen (%)								Massen- leistungen (%)	
	1957	1944	1948	1949	1950	1951	1956	1969			1969	
f 11	1	1	83,0	83,5	85,5	91,5	74,5	84,0			68,4	
ff 5	2	4	83,5	84,0	83,0	96,0	91,0	97,0			93,1	
f 10	3	2	-	-	(66,5)	-	(80,5)	(82,5)			(76,8)	
m 47	4	3	97,0	98,5	97,5	96,5	99,0	97,0			101,6	
m 44	5	6	95,0	97,0	94,0	94,0	96,0	93,0			102,3	
s 6	6	7	85,5	91,5	94,5	96,0	90,0	95,5			86,8	
s 3	7	11	96,5	94,5	96,5	99,5	92,0	95,5			90,1	
s 8	8	5	85,0	91,0	84,0	94,0	87,5	96,0			83,2	
ss 46	9	13	100,5	103,5	101,5	95,0	99,5	94,5			97,1	
ss 56	10	12	98,5	98,0	96,0	99,5	88,5	98,5			103,1	
ss 9	11	8	82,5	82,5	83,0	86,0	89,5	92,5			87,9	
s 52	12	10	88,0	96,0	89,0	92,5	97,0	100,5			106,5	
m 55	13	9	90,0	88,5	89,5	91,5	87,0	96,5			82,7	
s 53	14	15	88,0	87,5	90,0	91,0	97,5	104,5			108,0	
s 43	15	14	104,5	105,5	100,5	102,0	99,5	99,0			124,7	
s 42	16	16	108,0	105,0	104,5	103,0	104,5	99,5			111,5	

so daß nur für die Fläche JR brauchbare Werte vorliegen. Die Nummer 11 ist als einzige auf allen drei Flächen vertreten. Die Auswertung der aus den sechs Aufnahmejahren 1948, 1949, 1950, 1951, 1956 und 1959 vorliegenden Höhenwerte - Massenwerte sind nur für das Jahr 1969 vorhanden - zeigt teilweise erhebliche Schwankungen (Übersichten 8 bis 11). Dieselben treten nicht nur bei den mitgeteilten relativen Werten auf, die sich jeweils auf eine flächen-einheitliche Kontrollabsaat beziehen, sondern auch bei den absoluten Werten. Jahre mit sehr stark verminderten Werten, die auf eine sehr ausgeprägte Spätfrostschädigung hindeuten würden, lassen sich im allgemeinen nicht erkennen. Wesentliche Unterschiede bestehen jedoch zwischen den vier oben genannten Nachkommenschaften mit extremem Austreibeverhalten auf den Flächen HH und HQ. Die frühtreibenden Nummern 11 und 5 liegen in ihren relativen Höhenwerten in den Jahren 1948 - 1950 erheblich unter der Leistung der Kontrolle, nämlich um 14,5 bis 17 Prozent. 1951 ist ein spürbarer Leistungsanstieg festzustellen, 1956 eine neuerliche Abnahme und 1969 schließlich wiederum eine ziemlich deutliche Zunahme. Die spättreibenden Nachkommenschaften Nr. 42 und 43 hingegen weisen eine deutliche Mehrleistung auf (Abb. 24); in den Jahren 1948 bis 1951 liegen die relativen Höhenwerte beider Nummern mehr oder weniger über den Vergleichswerten der Kontrolle. Bei der Absaat Nr. 42 hält diese Überlegenheit bis zum Jahre 1956 an. Von großer Bedeutung ist die Tatsache, daß die Aufnahme 1969 im 33jährigen Alter beträchtliche Unterschiede in der relativen Massenleistung dieser vier Nachkommenschaften mit extrem verschiedener Austreibezeit ausweist. Daraus kann der Schluß gezogen werden, daß nicht nur das Höhenwachstum, sondern auch das Dickenwachstum durch Spätfrost beeinträchtigt wurde. Vermutlich wurden neben den Gipfeltrieben auch die Seitentriebe innerhalb des exponierten Kronenmantels geschädigt, so daß das gesamte Wachstum der Individuen einen Rückschlag

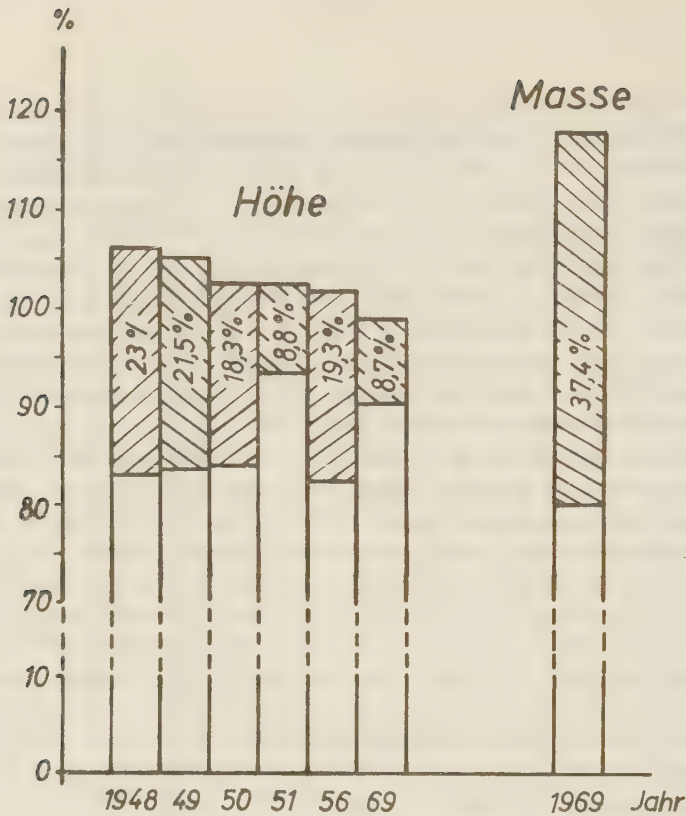


Abb.24 Vergleich der relativen Höhen- und Massenwerte von extrem früh und extrem spät austreibenden Nachkommenschaften (Nr.11 und 5 bzw. Nr.42 und 43; Flächen HH und HQ)

▨ Mehrleistung von Nr.42 und 43

erlitten hat. Die Gegenüberstellung der gemittelten Relativwerte dieser extrem früh- bzw. spätaustreibenden Nachkommenschaften ergibt folgende Differenzwerte, die jedoch nur bedingt als Maßstab der effektiven Mehrleistung durch verschiedenes Austreiben gelten können:

Nachk. Nr.	Relative Höhenwerte				Relativer Massenwert
	1948-1950	1951	1956	1969	1969
11 und 5	83,75	93,75	82,75	90,50	80,75
42 und 43	104,50	102,50	102,00	99,25	118,10
Differenz (Fläche HH + HQ)	20,75	8,75	19,25	8,75	37,35

Auf der Fläche JR, wo insgesamt nur neun Nachkommenschaften vertreten sind (Übersicht 10), zeigt die Gegenüberstellung der zwei frühesttreibenden und der zwei spätesttreibenden Nachkommenschaften folgendes Bild:

Nachk. Nr.	Relative Höhenwerte				Relativer Massenwert
	1948-1950	1951	1956	1969	1969
11 und 10	91,0	90,0	92,5	94,0	93,0
52 und 51	109,8	106,5	122,5	105,0	127,5
Differenz (Fläche JR)	18,8	16,5	30,0	11,0	34,5

In beiden Fällen ergeben sich aus dem Leistungsvergleich erhebliche Differenzen zugunsten der extrem spättreibenden Nachkommenschaften (Abb. 25). Die Mehrleistungswerte schwanken hinsichtlich der Höhenwuchsleistung zwischen rd. 9 und 21 % (Fläche HH + HQ) bzw. zwischen 11 und 30 % (Fläche JR). Übereinstimmend weisen die Aufnahmen der Jahre 1948 bis 1950 und 1956 jeweils die größten Differenzen aus, während sich in den Jahren 1951 und 1969 geringere Werte feststellen lassen. Dies läßt sich so erklären: In den ersten Lebensjahren, also

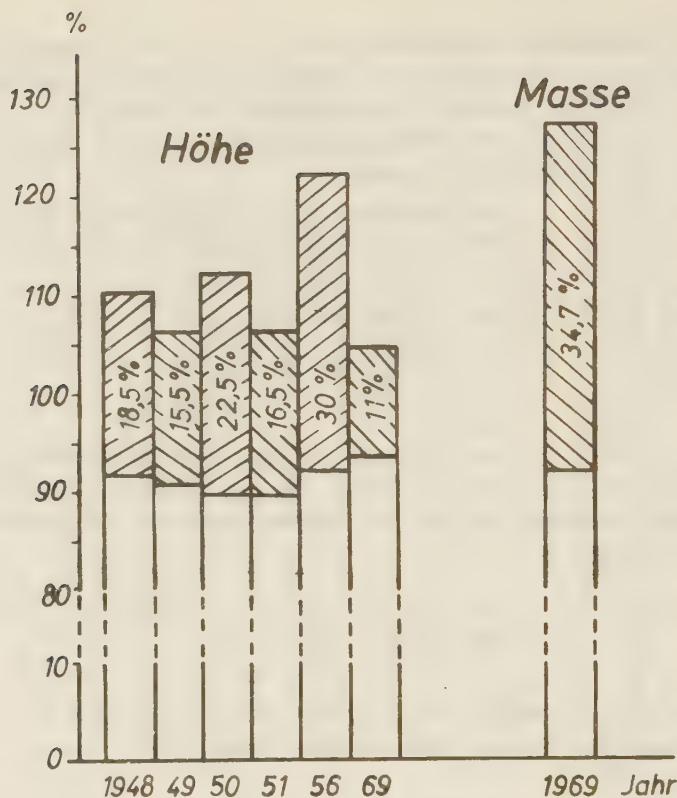


Abb.25 Vergleich der relativen Höhen- und Massenwerte von extrem früh und extrem spät austreibenden Nachkommenschaften (Nr.11 und 10 bzw. Nr.52 und 51; Fläche JR)

 Mehrleistung von Nr.52 und 51

vor 1950 waren die frühtreibenden Pflanzen wegen wiederholter Frostschädigungen zurückgeblieben. Die Unterschiede hinsichtlich der Höhenwuchsleistung zwischen Früh- und Spättreibern wurden jedoch allmählich geringer.

Die erneute Zunahme der Höhendifferenz, die 1956 gemessen wurde, ist auf die besonders schweren Maifröste der Jahre 1952 und 1953 zurückzuführen. Die aus einer Vollkluppung resultierenden relativen Massenwerte des Jahres 1969 zeigen jeweils sehr hohe Mehrleistungen der extrem spättreibenden Absaaten, nämlich rd. 37 bzw. 34,5 %. Diese sind dadurch zu erklären, daß im Laufe der bisherigen Entwicklung nicht nur der Höhenwuchs, sondern auch das Dickenwachstum der beteiligten Individuen durch das "Zurückfrieren" beeinträchtigt wurde. Dabei ist zu berücksichtigen, daß durch sog. Adventivfröste infolge von Kaltluft-Einbrüchen auch noch größere Bäume im fortgeschrittenen Alter geschädigt werden können. Selbst bei Strahlungsfrösten kann die Frostzone mehrere Meter hochreichen und so im unteren Kronenbereich Schaden anrichten. Andererseits ist zu erwarten, daß spätere Aufnahmen geringere Differenzwerte aufweisen werden. In diese Richtung weisen die von 1956 auf 1969 stark zurückgehenden Höhen-Mehrleistungswerte, die für 1969 nicht signifikant sind, wie unten noch darzulegen sein wird.

Zur Beantwortung der Frage, ob und in welchem Maße diese Wachstumsunterschiede zwischen den extrem früh und den extrem spät austreibenden Nachkommenschaften statistisch gesichert sind, wurden für die verschiedenen Werte der einzelnen Aufnahmejahre jeweils getrennte Varianzanalysen durchgeführt. Dabei erschien es angemessen, für die Flächen HH und HQ die je vier Einzelwerte der zwei frühtreibenden Absaaten (Nr. 11 und 5) sowie der zwei spättreibenden Absaaten (Nr. 42 und 43) in die Rechnung einzubeziehen. Das heißt,

die Einzelwerte der vier Nachkommenschaften wurden in diesem Falle nicht zu je zwei Mittelwerten für beide Flächen zusammengefaßt, sondern jeweils als Wiederholungen behandelt. Im Falle der bisher schon getrennt ausgewerteten Fläche JR wurden je zwei weitere früh- bzw. spätreibende Nachkommenschaften in die Varianzanalyse einbezogen, um gleichfalls je vier Einzelwerte zur Verfügung zu haben. Die Ergebnisse der Varianzanalysen sind aus der folgenden Zusammenstellung zu sehen:

<u>Ergebnisse der Varianzanalysen</u>							Relative Massenwerte 1969
Relative Höhenwerte							
	1948	1949	1950	1951	1956	1969	
<u>Flächen HH</u> <u>und HQ:</u>							
Nachk. Nr.11 und 5 bzw. 42 und 43	++	++	+	+	+	nicht signif.	++
<u>Fläche JR:</u> Nachk. Nr.11, 10, 49, 8 bzw. 52, 51, 50. 53	+	nicht signif.	+	nicht signif.	+	nicht signif.	+

Die Resultate der Varianzanalysen zeigen, daß die aus dem Leistungsvergleich der vier Extrem-Nachkommenschaften sich ergebenden Mehrleistungswerte der Flächen HH und HQ mit nur einer Ausnahme mehr oder weniger signifikant sind. Als nicht gesichert erweisen sich nur die Höhenwerte der Aufnahme 1969, während die Massenwerte des gleichen Jahres teilweise hochsignifikant sind. Die Mehrleistung der beiden extrem spätreibenden Absaaten Nr. 42 und 43 kann demnach hinsichtlich des Höhenwachstums bis zum Jahre 1956 und damit bis zum Alter 20 als bewiesen angesehen werden; hinsichtlich des Dickenwachstums sogar bis zum Jahre 1969, also bis zum 33jährigen Alter. Diese Feststellungen werden durch die Ergebnisse der Fläche JR, wo von neun vorhandenen Nachkommenschaften acht in den Leistungsvergleich einbezogen worden und deshalb gesicherte Werte kaum zu erwarten waren, insofern be-

stätigt, als gleichfalls für 1956 gesicherte Höhenwerte, und für 1969 - bei nicht gesicherten Höhenwerten - gesicherte Massenwerte vorliegen. Die Höhenwerte der vorhergehenden Aufnahmen in den Jahren 1948 bis 1951 sind teils signifikant, teils nicht signifikant.

Abschließend können die Ergebnisse dieses Versuches im "Hofoldinginger Forst" wie folgt zusammengefaßt werden:

Im Austreibeverhalten besteht zumeist ein deutlicher und ziemlich enger Zusammenhang zwischen den im "Tharandter Wald" ausgewählten Fichten-Mutterbäumen und ihren auf den drei Flächen im Bereich des bayerischen Forstamts Sauerlach angebauten Nachkommenschaften. Das heißt, in der Mehrzahl der Fälle erweisen sich die Absaaten von "sehr früh" und "früh" austreibenden Mutterbäumen gleichfalls als frühtreibend und andererseits solche von "sehr spät" und "spät" austreibenden Erntebäumen als spätreibend. Diese Feststellung gilt ferner auch für die Abkömmlinge von "mittel" austreibenden Altfichten, die überwiegend als mitteltreibend zu beurteilen sind. Der Vergleich des Austreibeverhaltens von Mutterbäumen und Nachkommenschaften zeigt aber auch, daß Abweichungen auftreten können, insbesondere bei den von Erntebäumen mit spätem bis sehr spätem Wachstumsbeginn abstammenden Absaaten. Hier erwiesen sich in jeweils zwei Fällen die Abkömmlinge als früh- bzw. mitteltreibend, während ansonsten diese Abweichungen beschränkt blieben auf Verschiebungen des Wachstumsbeginns um nur eine Stufe. Hervorzuheben ist, daß diese Feststellungen auf der Austreibe-Rangfolge der Nachkommenschaften im 20- bzw. 18jährigen Alter beruhen, die aus der präzisen Aufnahme des gesamten Versuches im Frühjahr 1957 resultiert. Das Austreibeverhalten des Jahres 1957 deckt sich weitgehend mit dem des Jahres 1944, so daß aus dem relativ engen, in drei Jahrzehnten nahezu unverändert erhaltengebliebenen Zusammenhang auf eine erbliche Fixierung dieser Eigenschaft zu schließen ist. Erhebliche Abweichungen, wie sie

im Rahmen dieses Versuches in mehreren Fällen festgestellt wurden, wären demnach vermutlich auf den Einfluß der unbekannten Vaterbäume mit stark verschiedenem Austreibeverhalten zurückzuführen.

Der auf wiederholte Höhenmessungen im zweiten Lebensjahrzehnt sowie auf eine Durchmesser-Vollkluppung mit Höhenmessung im Alter 33 bzw. 31 (Flächen HH und HQ bzw. JR) gestützte Leistungsvergleich zwischen extrem früh und extrem spät austreibenden Nachkommenschaften ergibt ausgeprägte Leistungsunterschiede. Diese sind bezüglich der beiden Flächen HH und HQ, auf denen insgesamt 16 verschiedene Absaaten stocken, mit Ausnahme der Höhenwerte des Jahres 1969 durchweg mehr oder weniger signifikant. Die Höhenwuchs-Mehrleistung der zwei spätesttreibenden Nachkommenschaften beträgt gegenüber den zwei frühesttreibenden maximal rd. 21 % (1948 - 1951), (19 % 1956) für die zusammengefaßten Flächen HH + HQ sowie maximal 30 % (1956) für die Fläche JR. Dabei ist zu beachten, daß es sich bei diesen Differenzen um gesicherte Werte handelt. Die übrigen Werte, die sich als nicht signifikant erwiesen, liegen im groben Durchschnitt um etwa die Hälfte niedriger. Die Massen-Mehrleistung der zwei spätesttreibenden Absaaten beträgt rd. 37 % (HH + HQ) sowie 34,5 % (JR) nach den gesicherten Ergebnissen des Jahres 1969 im 33- bzw. 31jährigen Alter. Da dieser Leistungsvergleich durchweg auf relativen Werten beruht - Bezugsbasis ist jeweils die Leistung des angrenzenden Kontrollstreifens einer je Fläche einheitlichen Absaat - können Bodenunterschiede als eliminiert angesehen werden. Andererseits aber kann nicht angegeben werden, inwieweit die bis zum Beginn des vierten Lebensjahrzehnts nachgewiesene Überlegenheit in der Höhen- und Stärkenentwicklung ausschließlich auf den sehr späten Wachstumsbeginn dieser Nachkommenschaften zurückzuführen ist. Eine präzise Aussage hierüber ist deshalb nicht möglich, weil die individuelle Wuchspotenz und damit das eigent-

liche Wuchsvermögen der am Leistungsvergleich beteiligten Nachkommenschaften nicht erfaßt werden kann. Dennoch darf aus den mitgeteilten Ergebnissen dieses Versuches der Schluß gezogen werden, daß die Auslese sehr spät austreibender Mutterbäume mit hoher Wahrscheinlichkeit zu spätreibenden Nachkommenschaften führt, die sich gegenüber normalen Bestandes-Nachkommenschaften durch besseren Gesundheitszustand und überlegene Wuchsleistung auszeichnen.

III. Diskussion und Folgerungen

Das Austreiben der Fichte, das heißt die Knospenentfaltung, ist der sichtbare Ausdruck für den Wachstumsbeginn nach der winterlichen Ruheperiode. Nach Auffassung zahlreicher Autoren wird das Austreiben vornehmlich nach Erreichen einer bestimmten Wärmesumme ausgelöst, wobei die individuelle Veranlagung eine wesentliche Rolle spielt und Umwelteinflüsse zu Austreibe-Unterschieden führen (MÜNCH, 1923; ROHMEDER und SCHÖNBACH, 1959; SARVAS, 1967; WEISS und HOFMANN, 1969; SCHÖNBACH und WEISS, im Druck).

Als Umweltfaktoren sind sicherlich neben dem Faktor Wärme auch noch Sonneneinstrahlung, Wasserversorgung und Ernährungszustand, die weitgehend mit der soziologischen Stellung im Bestand zusammenhängen, für die Variation des Wachstumsbeginns der Individuen am gleichen Standort maßgebend (u. a. KIELLANDER, 1956 im weiteren Sinne).

Hinsichtlich des Begriffes "Austreiben" muß darauf hingewiesen werden, daß allgemein zwischen der Entfaltung von Gipfel- und Seitenknospen eine erhebliche Zeitdifferenz besteht. Bereits MÜNCH (1923) hat auf diese Tatsache hingewiesen, ohne jedoch genauere Angaben darüber mitzuteilen. LANGNER und STERN (1964) geben an für Jungpflanzen verschiedener Nachkommenschaften, die an mehreren Orten Norddeutschlands angebaut worden waren, daß die Gipfelknospe sich etwa acht bis neun Tage später öffnet als die Seitenknospen derselben Pflanze. Im Versuch Laufen (Teil II B) wurde eine Zeitdifferenz von rd. zehn Tagen festgestellt, wobei keine nennenswerten Abweichungen auftraten. Obwohl es sich bei diesen beiden Untersuchungen um verschiedene Jahre und Standorte handelt, sind die Ergebnisse annähernd gleich; es ist jedoch denkbar, daß durch plötzlich auftretende Witterungsanomalien zwischen dem Ergrünen der Seiten- und Gipfelknospen diese Zeitdifferenz größer oder kleiner wird. Werte von hohen Bäumen mit langem Kronenmantel sind nicht bekannt.

Die im Rahmen dieser Arbeit festgestellten Unterschiede im Austreibeverhalten der Individuen in jedem der 80 beobachteten Bestände (Teil II A) sind innerhalb eines Jahres überwiegend genetisch bedingt. Die Differenzen von Jahr zu Jahr sind hingegen vor allem umweltabhängig, wobei die auftretenden Unregelmäßigkeiten nach LANGNER und STERN (1964) sowie Fröhlich (1968), letzterer nimmt eine polygene Steuerung der Eigenschaft "Spättreiben" an, möglicherweise durch eine labile Reaktion zu erklären sind. Die Bedeutung der Umweltfaktoren erhellt aus dem Vergleich verschiedener Bestände bzw. Herkünfte, der für Bayern im Jahre 1964 eine minimale Schwankung des Austreibebeginns von 23 Tagen, im Jahre 1962 dagegen eine maximale Differenz von 56 Tagen ergibt. Im Gegensatz dazu beträgt die minimale Schwankung einer repräsentativen Anzahl ihrer Nachkommenschaften unter einheitlichen Bedingungen in Laufen 1969 nur sieben Tage, während sie im Folgejahr 1970 15 Tage erreicht. Daraus geht hervor, daß für die weitaus höheren Werte der Bestände bzw. Herkünfte die unterschiedlichen Standortverhältnisse, insbesondere Klima und Höhenlage ausschlaggebend sind. Für die Werte von Laufen ist bedeutsam, daß 1969 ein hohes und gleichmäßiges, 1970 dagegen ein geringeres und sehr unregelmäßiges Wärmeangebot wirksam war. Die unterschiedliche Schwankung von sieben bzw. 15 Tagen ist weitgehend auf dieses verschiedene Wärmeangebot zurückzuführen, das 1969 eine volle Differenzierung der mehr bzw. weniger wärmebedürftigen Nachkommenschaften nicht zuließ. Die genetisch bedingte Variation der Absaaten kommt aber infolge der Unregelmäßigkeit des Witterungsablaufes auch 1970 nicht in voll zutreffender Weise zum Ausdruck, weil die hoch wärmebedürftigen Absaaten durch mehrfache Kälterückfälle zu sehr in der Entwicklung gehemmt wurden. Die echte erbbedingte Schwankung liegt daher zwischen den Werten dieser beiden Jahre. Nach STERN (1966), der das Austreiben von 169 Fichtenherkünften in Schleswig-Holstein untersuchte, betrug die Schwankung des Austreibe-

beginns zwischen den je zehn frühesten und spätesten Herkünften im Jugendalter rd. 13 bis 17 Tage (Anbauorte Barlohe und Neumünster in den Jahren 1962 und 1965).

Von verschiedenen Autoren wurde festgestellt, daß die Milieubedingungen die genetische Struktur von Teilpopulationen bezüglich des Austreibeverhaltens weitgehend überdecken können und daher ihr eigentlicher Charakter erst unter gleichen Bedingungen eines Anbauortes erkennbar wird (CIESLAR 1895 und 1907; ENGLER 1913; MÜNCH 1923; HERMANSEN 1927 und RUBNER 1944). Dies gilt insbesondere für Hoch- und Tieflagenherkünfte, die in tiefere bzw. höhere Lagen verbracht, sich als früh- bzw. spättreibend erweisen. Im Nachkommenschaftsversuch Laufen konnten diese Feststellungen erneut bestätigt werden; besonders deutlich ist das Beispiel der Bestandes-Absaat Nr. 41 aus Zwiesel-Ost, die aus 1 220 m ü. d. M. und damit aus einer extremen Hochlage des Bayerischen Waldes stammt und in Laufen auf einer Höhe von rd. 430 m zu den frühtreibenden Nachkommenschaften zu zählen ist.

Es ist anzunehmen, daß die von der Häufigkeit der Spätfröste abhängige Spätfrostgefährdung für jeden Bestand verschieden ist. Als Spätfröste können in diesem Zusammenhang nur solche Fröste bezeichnet werden, die nach dem örtlichen Wachstumsbeginn der Fichte auftreten und die jungen Triebe schädigen. Die mit Unterstützung des Deutschen Wetterdienstes für die Orte Dillingen (Herkunft Weisingen), München (Herkunft München-Süd) und Zwiesel (Herkunft Zwiesel-Ost) jeweils festgestellte Summe der Tage bis zum Auftreten des letzten Frostes im Zeitraum 1947 bis 1969 (Übersicht 12) läßt in Verbindung mit den entsprechenden Austreibedaten die unterschiedliche Spätfrostgefährdung erkennen. Im langfristigen Mittel treten an den drei genannten Orten Fröste auf bis zum 25. April bzw. 4. Mai bzw. 22. Mai. Das Spätfrostisiko kann als Funktion der Ver-

Übersicht 12

Letzter Frost an drei Wetterstationen in Bayern (Tage nach Jahresbeginn)

Jahr	W e t t e r s t a t i o n e n		
	Dillingen (434 m ü.d.M.)	München (515 m)	Zwiesel (615 m)
1947	-	-	128
1948	137	118	141
1949	132	132	132
1950	117	117	122
1951	122	134	134
1952	142	143	143
1953	133	133	135
1954	119	119	136
1955	142	142	155
1956	112	142	142
1957	130	151	151
1958	115	122	166
1959	114	125	169
1960	124	125	149
1961	88	89	152
1962	105	122	161
1963	95	100	143
1964	99	99	143
1965	93	142	142
1966	93	114	133
1967	117	126	127
1968	104	141	145
1969	111	111	143
Mittel (Datum)	115,6 (25.4.)	124,9 (4.5.)	143,1 (22.5.)
Standard- abweichung	16,20	16,04	12,06

teilung der letzten Fröste und der Austreibevariation der Herkünfte aufgefaßt werden, wie dies in den Abbildungen 26 bis 28 dargestellt ist. Im Gegensatz zu STERN (1966), der aufgrund einer angenommenen Streuung die Normalverteilungskurve der mittleren Austreibetermine konstruierte, wurde hier jeweils die wirklichkeitsnähere Summenkurve der tatsächlich ausgetriebenen Bäume des der Wetterstation nächstgelegenen Bestandes dargestellt. Es zeigt sich deutlich, wie in der folgenden Übersicht zu sehen ist, daß die früh- und die mitteltreibenden Bäume jeweils stärker gefährdet sind als die spättreibenden.

Das Spätfroststrisiko von drei Fichtenherkünften

Herkunft	Austreiben	noch zu erwartende Spätfroste (%)
Weisingen	erste Bäume	45,11
	Hälfte der Bäume	21,19
	letzte Bäume	4,81
München-Süd	erste Bäume	42,46
	Hälfte der Bäume	22,66
	letzte Bäume	5,26
Zwiesel-Ost 1	erste Bäume	62,93
	Hälfte der Bäume	46,81
	letzte Bäume	14,01

Die Wahrscheinlichkeit des Frosteintritts ist im Mittel der drei Beispiele um 43,82 % bzw. 22,22 % für die beiden erstgenannten Gruppen größer als für die Spättreiber mit der geringen Wahrscheinlichkeit von nur 8,03 %. Bedeutungsvoll ist dabei die Tatsache, daß selbst für die spättreibenden Individuen eine völlige Risikofreiheit nicht gegeben ist. Es muß hervorgehoben werden, daß die mitgeteilten Werte der Spätfrostgefährdung nur für die untersuchten Altbäume gelten. Junge Bäume, etwa bis zum Alter 20, treiben nach MÜNCH (1923) wesentlich früher aus (bis zu 4 Wochen) und sind

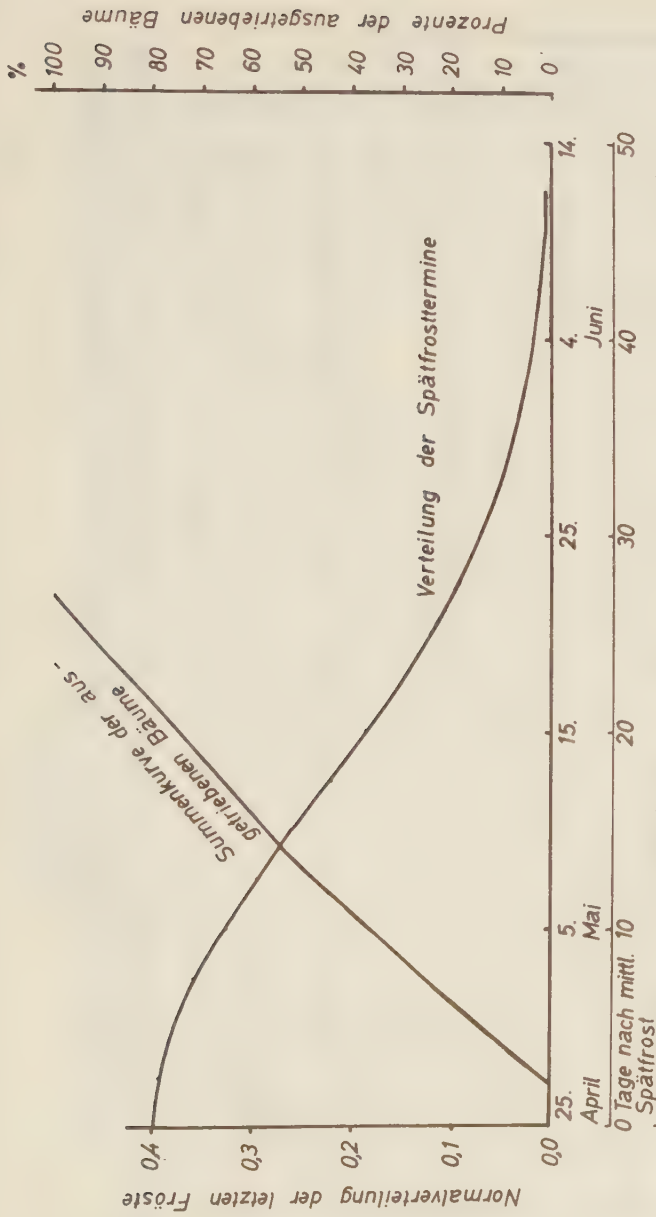


Abb. 26 Zusammenhang zwischen der Normalverteilung der letzten Fröste und der Summenkurve der ausgetriebenen Bäume im Bereich Weisingen

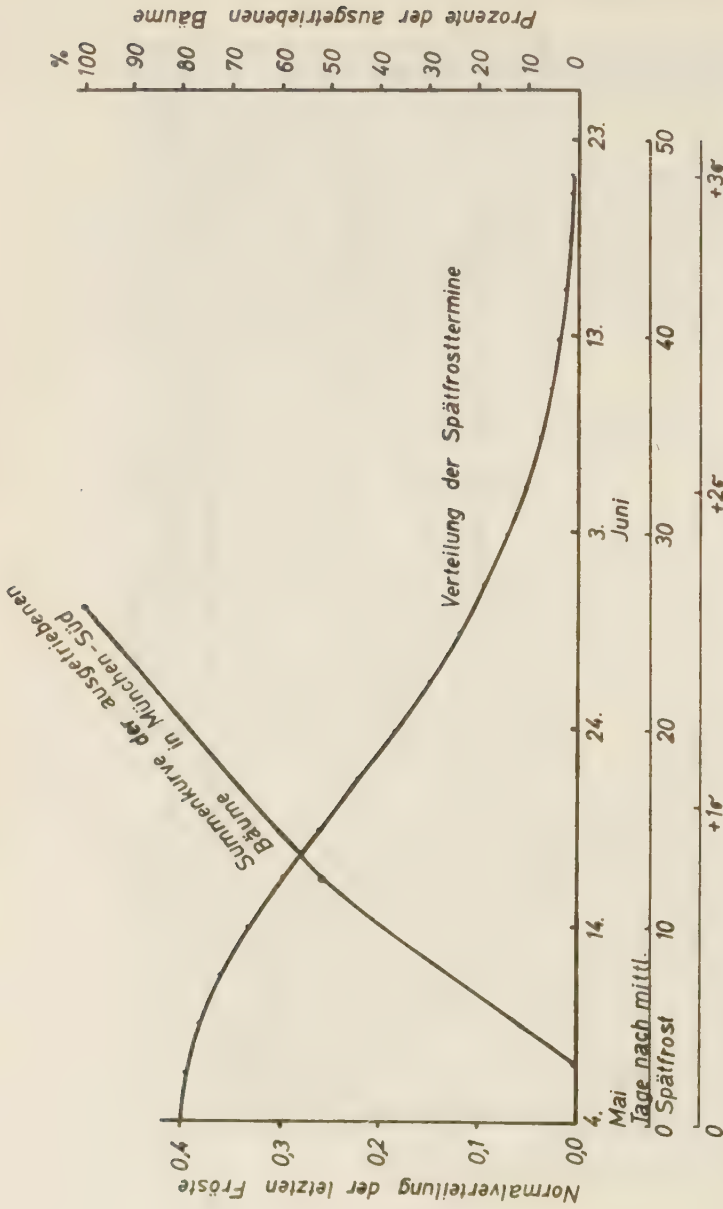


Abb.27 Zusammenhang zwischen der Normalverteilung der letzten Fröste und der Summenkurve der ausgetriebenen Bäume im Bereich München-Süd

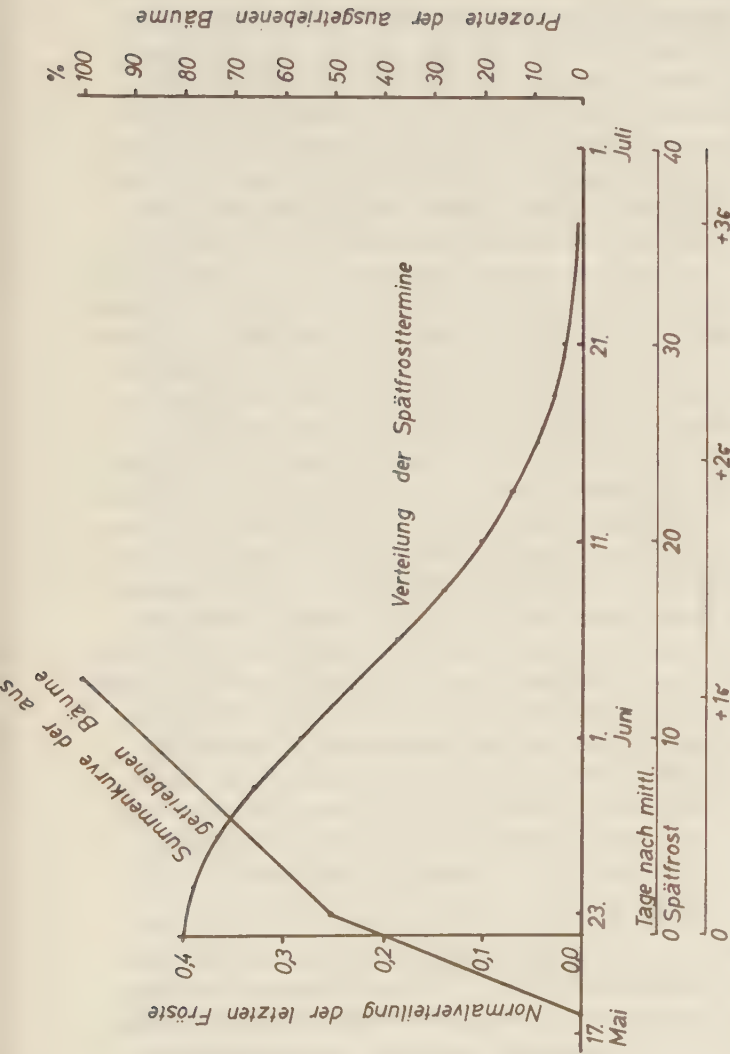


Abb.28 Zusammenhang zwischen der Normalverteilung der letzten Fröste und der Summenkurve der ausgetriebenen Bäume im Bereich Zwiesel - Ost (1)

daher allgemein absolut stärker frostgefährdet. Hinzu kommt, daß die jungen Pflanzen infolge ihrer geringen Höhe durch Strahlungsfröste betroffen werden, während hohe Altbäume von dieser Frostart nicht oder kaum bedroht sind. Daraus muß geschlossen werden, daß auch durch Züchtung Spätfrostschäden nicht verhindert, sondern nur vermindert werden können. In diesem Zusammenhang ist zu bedenken, daß in extrem spätfrostgefährdeten Lagen Spättreiber möglicherweise mehr Schaden leiden als Fröhrtreiber, weil der Verholzungsgrad und damit die Empfindlichkeit stark differieren (MÜNCH, 1923). Es ist bekannt, daß Fichtenherkünfte sich teilweise wesentlich in der Länge ihrer Wachstumszeit unterscheiden. Am Herkunftsort treiben Fichten in höheren und in nördlichen Lagen später aus als solche in tieferen und in südlichen Lagen, wobei beide Gruppen an ihre kürzere bzw. längere Vegetationszeit angepaßt sind. Beim Anbau im entgegengesetzten Klimabereich verändert sich offenbar nur der Austreibebeginn, das heißt entsprechend der benötigten Wärmesumme liegt dieser für die spättreibende Gruppe früher, für die fröhrtreibende hingegen später als am Ursprungsort. Eine Veränderung der gesamten Wachstumszeit infolge der neuen, günstigeren bzw. ungünstigeren Gegebenheiten tritt aber nicht ein. Daraus folgt, daß Fichten aus den ungünstigen Lagen mit relativ kurzer Wachstumsperiode hinter den einheimischen mit längerer Wachstumsdauer in der Leistung zurückbleiben, ferner daß Fichten aus den günstigen Lagen auf ungünstigen Standorten durch zu späten Wachstumsabschluß frühfrostgefährdet sind (CIESLAR, 1895, 1907; ENGLER, 1913; MÜNCH, 1923; RUBNER, 1944, 1957; TROEGER, 1958; ROHMEDER und BEUSCHEL, 1970; FRÖHLICH, 1968).

Die Minderleistung der Hochlagenherkünfte in der Tieflage konnte im Anbauversuch Laufen für die Nachkommenschaft der beiden höchstgelegenen Bestände in Zwiesel-Ost (1 050 bzw. 1 220 m ü. d. M.) festgestellt werden; diese Absaaten blie-

ben dort in einer Höhenlage von rd. 430 m um etwa 30 % in der Höhenentwicklung gegenüber den Nachkommenschaften auf tieferen Lagen zurück. Auffällig war dabei das Verhalten der Nachkommenschaft eines dritten Bestandes aus Zwiesel-Ost in 720 m ü. d. M., die in Laufen sich als frühesttreibende erwies und zu den bestwüchsigen Absaaten gehörte. Mit hoher Wahrscheinlichkeit handelt es sich in diesem Falle um einen nicht autochthonen Bestand, dessen Nachkommenschaft in die ursprüngliche, tiefere Lage verbracht, optimales Verhalten zeigt.

Bei der Massenauslese spättreibender Fichten muß aufgrund des dargelegten Sachverhaltes Sicherheit bestehen über das "echte", das heißt genetisch bedingte Austreibeverhalten der Teilpopulationen. Ferner muß darauf geachtet werden, daß spättreibende Fichten aus tiefen, mittleren und höheren Lagen nur wieder in etwa gleicher Höhenlage angebaut werden. In extremen Hochlagen stellt sich dieses Problem insofern nicht, als dort der Anbau noch später treibender Fichten wegen ihrer zu kurzen Wachstumszeit unwirtschaftlich wäre. In diesem Zusammenhang darf darauf hingewiesen werden, daß ein weitgehender Schutz der Jungpflanzen vor Spätfrost in allen Lagen durch die in der waldbaulichen Praxis geübte Maßnahme der Überschildung möglich ist. Auch MÜNCH (1923) weist darauf hin und gibt eine überraschende Erklärung: "Tatsächlich ist es ... gar nicht nötig, daß die Jungfichten im (Altholz-)Schutz über die Frosthöhe gebracht werden, es genügt, wenn sie bei der Freistellung a l t genug sind, um möglichst spät auszutreiben ..."

Das Austreiben der wichtigen Waldbaumarten wurde von zahlreichen Wissenschaftlern seit Ende des 19. Jahrhunderts intensiv untersucht. Hervorzuheben ist eine phänologische Auswertung von WIMMENAUER (1897), der 10jährige Austreibebestandungen einer großen Zahl von Baum- und Straucharten zugrunde lagen. Speziell mit dem Austreibeverhalten von

Fichtenbeständen haben sich ENGLER, MÜNCH, ROHMEDEK, RUBNER und SCHÖNBACH besonders befaßt. Die älteren Untersuchungen basieren ausschließlich auf "Momentaufnahmen", das heißt der Austreibezustand der Individuen eines Bestandes wurde jeweils nur an einem Tag festgehalten. Die Entwicklung des Austreibens eines Bestandes konnte auf diese Weise jedoch nicht ermittelt werden, so daß die wesentlichen, den Vergleich verschiedener Bestände ermöglichenden Größen "mittlerer Austreibetermin" und "Austreibedauer" fehlen. Erst aus jüngerer Zeit liegen Arbeiten vor, die diese Werte enthalten (ROHMEDEK, 1948 und 1952; RUBNER, 1957; SCHÖNBACH, 1957; LANGNER und STERN, 1964; WEISS und HOFMANN, 1969).

In der vorliegenden Arbeit sind erstmals über ein größeres Verbreitungsgebiet (Bayern) und über mehrere Jahre (1959 - 1964) hinweg Fichtenbestände sowohl hinsichtlich der verschiedenen Austreibetermine als auch der -dauer untersucht worden. Es konnte festgestellt werden, daß im Durchschnitt der sechs Beobachtungsjahre in Bayern der Austreibebeginn je nach Bestand zwischen dem 23. April und dem 3. Juni liegt, und daß die Austreibedauer zwischen 10,5 und 31,2 Tagen differiert, wobei deutlich für Hochlagenherkünfte eine kürzere, für Tieflagenherkünfte eine längere Austreibeperiode erkennbar ist. In Bayern dauert es in einem Fichtenbestand durchschnittlich 19,4 Tage, also fast drei Wochen, bis er vom ersten bis zum letzten Baum ausgetrieben hat.

Aus dem umfangreichen Material ist es für zehn spätreibende Bäume eines Bestandes im Forstamt Zwiesel-Ost in 800 bis 1100 m ü. d. M. in optimaler Weise möglich, die Verzögerung des Austreibens mit zunehmender Höhenlage festzustellen. Die Werte pro 100 m Höhendifferenz schwanken deutlich je nach der Jahresdifferenz wie folgende Zusammenstellung zeigt:

Durchschnittliche Verzögerung des Austreibens pro 100 m:
(Bereich 800 - 1 100 m in Zwiesel-Ost)

		Austreibetermin der zehn Spätreiber
1964	1,3 Tage	25. Mai
1962	4,0 Tage	15. Juni
Mittel		
(1959 - 1964)	2,85 Tage	3. Juni

Der Unterschied zwischen dem "frühen" Jahr 1964 und dem "späten" Jahr 1962 ist durch die gleichmäßige und sehr rasche Erwärmung im Jahre 1964 zu erklären, wie die geringe Differenz von nur vier Tagen im Austreibetermin aller zehn Bäume beweist; 1962 beträgt diese Differenz zwölf Tage. Während diese Werte an einem durchgehenden Hang erhoben wurden, hatte MÜNCH (1923) jeweils zwei Bestände verschiedener Orte verglichen und eine Verzögerung von 1,4 Tagen (1922) bzw. 3,7 Tagen (1923) festgestellt. Von WIMMENAUER (1897) war für Höhenlagen unter 1 000 m eine ungefähre Verzögerung von 2 bis 2,5 Tagen errechnet worden.

Die Werte dieser beiden Autoren stimmen mit den oben mitgeteilten eigenen Werten überraschend gut überein. Es ist hervorzuheben, daß die Austreiberverspätung pro 100 m Höhe von Jahr zu Jahr erheblich differieren kann, das heißt konstante Werte gibt es nicht.

Über die natürliche Selektion der Fichte durch Spätfrost fand sich in der bearbeiteten Literatur nur ein Hinweis von MÜNCH (1923), der besagt, daß in extrem spätfrostgefährdeten Lagen Fröhreiber im Jugendalter ausgemerzt werden, so daß nur mehr oder weniger spätreibende Individuen auf lange Sicht überleben und dadurch eine im Erbanlagen-Bestand eingeengte, von ihm als "Lokalrasse" bezeichnete Population

entsteht. Im Gegensatz zu den extrem durch Spätfrost gefährdeten Lagen werden auf mäßig gefährdeten Standorten Frühtreiber nicht zum Absterben gebracht, aber in ihrer Wuchsleistung spürbar beeinträchtigt, wie die Ergebnisse des Versuches im "Hofoldingener Forst" (Teil II C) zeigen. Von dem dort angebauten Material weisen zwei extrem frühtreibende Nachkommenschaften im Vergleich mit zwei extrem spätreibenden im Alter 33 eine gesicherte Massen-Minderleistung von rd. 37 % auf. Dabei muß offen bleiben, in welchem Maße diese Minderleistung bis zum Erntealter abnimmt und dadurch Früh- und Spätreiber sich in der Wuchsleistung angleichen. Diese Möglichkeit wurde bezüglich der Unterschiede im Höhenwuchs (für diesen Versuch) bereits 1957 von ROHMEDER und DIETZ (unveröffentlicht) angedeutet. Aufgrund der Darlegungen von MÜNCH und den Ergebnissen dieses Versuches sollte die Massenauslese spätreibender Fichten möglichst nur in extremen Spätfrostlagen durchgeführt werden.

Im Gegensatz zu der natürlichen Selektion durch Spätfrost steht in höheren und nördlichen Lagen eine solche auf geringe Wärmeansprüche, die mit einer Anpassung an die kürzere Vegetationszeit einhergeht. MÜNCH (1923) bezeichnet die auf diese Weise entstehenden Populationen als "Klimarassen". Diese Art der Naturauslese kann in ihrem Ablauf so erklärt werden, daß Individuen aufgrund ihres hohen Wärmebedürfnisses spät austreiben und ihr Wachstum dann spät abschließen. Dadurch werden sie von frühen Winterfrösten stark geschädigt oder gänzlich zum Absterben gebracht. Immer wieder durch Frühfrost geschädigte Bäume werden sicherlich in ihrer Fruktifikation erheblich beeinträchtigt und von der natürlichen Vermehrung ganz oder teilweise ausgeschlossen. Geringeres Wachstum allein dürfte keine größere Rolle spielen, weil in den locker aufgebauten Beständen dieser ungünstigen Lagen der Konkurrenzdruck gering ist. Dieser Sachverhalt erklärt, warum Herkünfte aus höheren und nördlichen Lagen sich

in klimatisch günstigeren Bereichen als Frühltreiber erweisen. Damit kann jedoch nicht das Verhalten ostpreußischer Fichten-Herkünfte erklärt werden, die in zahlreichen Provenienz-Versuchen trotz der dort günstigeren Klimaverhältnisse konstant spät austreiben und in den meisten Fällen sich durch hohe Wuchsleistung auszeichnen (RUBNER, 1944, 1957; SCHÖNBACH, 1957; TROEGER, 1958; FRÖHLICH, 1968; ROHMEDEK und BEUSCHEL, 1970).

Früh- und Spätreiber unterscheiden sich im wesentlichen durch ihre unterschiedlichen Wärmeanforderungen. Frühltreiber weisen ein geringes Wärmebedürfnis für den Wachstumsbeginn auf, Spätreiber ein hohes. Dies hat auch der Versuch in Laufen klar gezeigt. Es erscheint möglich, diese unterschiedliche Anforderung an die Wärmesumme zur Bestimmung und Abgrenzung von Früh- und Spätreibern heranzuziehen. Damit wäre eine allgemein gültige Definition dieser Gruppen möglich.

IV. Zusammenfassung der Ergebnisse

1. In den Jahren 1959 bis 1964 wurde das Austreiben von 80 Fichten-Beständen in 16 bayerischen Forstämtern beobachtet, wobei je Bestand zehn bis 15 spätreibende Bäume ausgewählt und gesondert untersucht worden sind.

Im Durchschnitt der sechs Beobachtungsjahre ergaben sich folgende Werte:

- a) Austreibedauer (von den ersten bis zu den letzten Bäumen des Bestandes):

Minimum = 10 Tage; Maximum = 33 Tage; Mittel = 19,4 Tage.

- b) Austreibetermine

Beginn des "frühesten" Bestandes = am 23. April

Beginn des "spätesten" Bestandes = am 2. Juni

Mittl. AT des "frühesten" Bestandes = am 5. Mai

Mittl. AT des "spätesten" Bestandes = am 9. Juni

Ende des "frühesten" Bestandes = am 12. Mai (Mittel-

Ende des "spätesten" Bestandes = am 13. Juni wert der
Spättreiber)

Innerhalb der sechs Jahre schwankt der Austreibebeginn der 80 Bestände im Minimum 38 Tage (1964), im Maximum 56 Tage (1961 und 1962), im sechsjährigen Durchschnitt mit 48 Tagen.

Die Einteilung der untersuchten Bestände in früh-, mittel- und spätreibende Herkünfte zeigt, daß die Austreibetermine sich mit zunehmender Höhenlage verzögern, wobei die Austreibedauer deutlich kürzer wird.

Von den insgesamt 1075 ursprünglich ausgewählten spätreibenden Altlichten sind 643 in allen sechs Jahren

beobachtet worden, wovon sich 445 Individuen bzw. rd. 69 % als konstant spätreibend erwiesen.

2. Im Jahre 1965 sind Samen von 66 spätreibenden Bäumen aus zwölf Beständen gemeinsam mit zwölf zugehörigen Bestandeseernten ausgesät und 1967 die zweijährigen Sämlinge verschult worden. Im vier- bzw. fünfjährigen Alter (1969 und 1970) wurden die Verschulpflanzen eingehend aufgenommen. Obwohl Austreibetermine und -dauer der Nachkommenschaften jahrweise unregelmäßige Abweichungen erkennen lassen, treiben doch in beiden Aufnahmejahren 56% der Einzelbaum-Nachkommenschaften signifikant später aus als die zugehörigen Bestandes-Nachkommenschaften.

Unter den einheitlichen und relativ günstigen Versuchsbedingungen in Laufen (rd. 430 m ü. d. M.) beträgt die Schwankung der mittleren Austreibzeitpunkte innerhalb der zwölf Bestandes-Nachkommenschaften im Minimum nur sieben Tage (1969), gegenüber minimal 23 Tagen (1963) bei den zugehörigen Ausgangsbeständen. Diese Werte geben einen Anhalt für die Größenordnung der genetisch bzw. umweltbedingten Austreibe-Variation.

3. In den Jahren 1939 bis 1943 wurden im "Hofoldingener Forst" drei Versuchsflächen mit insgesamt 24 Einzelbaum-Nachkommenschaften von Altfichten aus dem "Tharandter Wald" begründet. Die seinerzeit von MÜNCH durchgeführte Auswahl der Mutterbäume basierte auf einer fünffachen Abstufung des Austreibe Verhaltens von "sehr früh" bis "sehr spät".

Der Hofoldingener Versuch wurde vom frühen Jugend- bis zum fortgeschrittenen Stangenholzalter der Nachkommenschaften wiederholt aufgenommen, wobei das Austreibe Verhalten sowie die Wuchsleistung zu erfassen waren. In der Mehrzahl der Fälle erwiesen sich die Nachkommenschaften von

"sehr früh" und "früh" austreibenden Mutterbäumen gleichfalls als frühtreibend, und solche von "sehr spät" bis "spät" austreibenden Erntebäumen als spättreibend. Die Nachkommenschaften der "mitteltreibenden" Altbäume ließen ein unregelmäßigeres Verhalten erkennen.

Der auf Höhenmessungen und Vollkluppung gestützte Leistungsvergleich zwischen extrem spät und extrem früh treibenden Nachkommenschaften zeigte deutliche Unterschiede. Die Mehrleistung der beiden spätesttreibenden Absaaten gegenüber den beiden frühesttreibenden betrug für die Höhe maximal rd. 19 bis 30 % (je nach Alter und Teilfläche) sowie für die Masse rd. 35 bis 37 % (je nach der Teilfläche) im über 30jährigen Alter. Im Gegensatz zur Massen-Mehrleistung zeigt die Höhen-Mehrleistung abnehmende Tendenz.

IV. Summary of Results

- 1.. The breaking of bud was observed in 80 spruce stands in 16 Bavarian forest districts. In each stand 10-15 late flushing trees were selected for special attention.

The following results were obtained as a mean from 6 years of observations:

- a) Flushing_period (from earliest to latest trees in a stand):

Minimum = 10 days; maximum = 33 days; mean = 19,4 days.

- b) Flushing_dates

Start of earliest stand = 23 April

Start of latest stand = 2 June

Mean date for earliest stand = 5 May

Mean date for latest stand = 9 June

Completion of earliest stand = 12 May (Mean of late

Completion of latest stand = 13 June flushing trees)

The 6-year mean start of bud-break in the 80 stands varied by 48 days (minimum 34 days in 1964, and maximum 56 days in 1961 and 1962).

The classification of stands into early, medium and late flushing provenances showed that the date of bud break was delayed with increasing altitude but with a corresponding shortening of the flushing period.

Observations were carried out in all 6 years on 643 mature spruce of the total of 1075 originally selected as late flushing. Of these 445, i.e. 69 %, were shown to be always late flushing.

2. In 1965 seed was collected in 12 stands from 66 late flushing trees as well as from non-selected trees. 2-year seedlings from these seedlots were transplanted in 1967 and were then assessed in 1969 and 1970 at age 4 and 5 years. 56 of the individual late-flushing tree progenies broke bud significantly later than the corresponding unselected progeny, though flushing dates and flushing period varied with season.

Under the uniform conditions in Laufen (430 m a.s.l.), the minimum variation in mean date of bud break of the 12 stand progenies was only 7 days (1969) as against 23 days (1963) for the original stands. These data give an indication as to the magnitude of genetically and environmentally induced variation in time of flushing.

3. Between 1939 and 1945 three trial areas were established in the Hofolding forest with a total of 24 single-tree progenies from mature spruce chosen in the Tharandt forest. The parent trees, selected by Münch, were classified into 5 groups ranging from "very early" to "very late" flushing:

The flushing characteristics and growth performance of progenies in this trial were assessed repeatedly from early growth till late pole stage. The majority of progenies from "very early" and "early" flushing parents also flushed early, just as those from "very late" and "late" parents flushed late. Progeny from "mean" flushing parents behaved irregularly.

Distinct differences in growth performance based on height and diameter measurements were obtained between extreme late and extreme early flushing progenies. After age 30 years late flushing progenies achieved a maximum of approximately 19-30 % greater height and 35-37 % more yield than early flushing progenies. Unlike yield differences, increased height differences are declining.

V. SCHRIFTTUM

- BISCHOFF, M.,
EWERT, S. B. und
THALENHORST, W.: Untersuchungen über die Abhängigkeit der Befallstärke der Gallenlaus *Sacchiphantes abietis* (L.) vom Austreibetyp der Fichte. Zeitschr. f. angew. Entomol. 64, 65-85, 1969
- CIESLAR, A.: Über die Erbllichkeit des Zuwachsvermögens bei den Waldbäumen. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 21, 7-29, 1895
- CIESLAR, A.: Die Bedeutung klimatischer Varietäten unserer Holzarten für den Waldbau. Centralbl. f. d. ges. Forstwesen 33, 1-19, 1907
- DAY, W. R.: Damage by late frost on Douglas fir, Sitka spruce, and other conifers. Forestry 2, 19-30, 1928
- ENGLER, A.: Verhalten der Nachkommen von im Hochgebirge angebauten Tieflandsfichten. Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchsw. 10, 364, 1913
- FISCHER, F.: Die Ergebnisse von Anbauversuchen mit verschiedenen Fichtenherkünften (*Picea abies* (L.) Karst.). Mitt. d. Schweiz. Anstalt f. d. forstl. Versuchsw. 26, 152-204, 1949
- FRÖHLICH, H. J.: Beispiele der Resistenzzüchtung von Waldbaumarten als Vorbeugungsmaßnahme gegen abiotische und biotische Gefahrenquellen. Allg. Forstzeitschr. 23, 167-170 und 182, 1968
- GÄUMANN, E.: Pflanzliche Infektionslehre. Basel 1946
- HERMANSEN, S.: Zeitlich verschiedener Austrieb junger Fichtenpflanzen in der Baumschule. Mitt. d. Dt. Dendrol. Gesellschaft 38, 261-264, 1927

- HESMER, H.: Die Späteiche in Westfalen und im Rheinland. Forstarchiv 26, 197-203, 1955
- HOLZER, K.: Die Vererbung von physiologischen und morphologischen Eigenschaften der Fichte. Wien 1966
- HUBER, F. X.: Über die zwei Arten der Fichte. Zeitschr. f. d. Forst- und Jagdwesen 2, 8-12, 1824
- KIELLANDER, C. L.: Über die spättreibende Rasse von *Picea abies* in Schweden und eine Schwierigkeit bei der Plusbaumauswahl. Zeitschr. f. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 2, 181-185, 1956
- KIENITZ, M.: Bericht über die VII. Hauptversammlung des deutschen Forstvereins zu Danzig, 96-107, 1907
- KÖSTLER, J.N.: Der Waldbau. Berlin/Hamburg 1950
- LANGLET, O.: Mellaneuropeiska granprovenienser i svenskt skogsbruk. Statens Skogsf. Inst. Uppsala, 80, 1960
- LANGNER, W. und STERN, K.: Untersuchungen über den Austreibetermin von Fichten und dessen Beziehungen zu anderen Merkmalen. Allg. Forst- und Jagdztg. 135, 53-60, 1964
- MITSCHERLICH, H. u. WELLENSTEIN, G.: Die Nonne an Früh- und Spättreiberformen der Fichte. Beil. z. Zeitschr. f. angew. Entomologie 15, 94-125, 1942
- MÜNCH, E.: Die Knospenentfaltung der Fichte und die Spätfrostgefahr. Allg. Forst- und Jagdztg. 99, 241-265, 1923
- MÜNCH, E. und LISKE, F.: Die Frostgefährdung der Fichte in Sachsen. Tharandt. Forstl. Jahrb. 77, 97-115, 129-148, 161-176 und 197-221, 1926
- MÜNCH, E.: Weitere Untersuchungen über Früh- und Spätfichten. Zeitschr. f. Forst- und Jagdw. 60, 129-177, 1928

- MÜNCH, E.: Beobachtungen über die Laubentfaltung der Buche. Mittl. d. Dt. Dendrol. Gesellsch. 48, 71-76, 1936
- MÜNCH, E.: Beiträge zur Forstpflanzenzüchtung. Herausgegeben von B. HUBER, München 1949
- NEUMEISTER, M.: Beschaffung von Forstsamen. Tharandt. Forstl. Jahrb. 74, 41, 1923
- OHNESORGE, B.: Das Austreiben der Fichten und ihr Befall durch die kleine Fichtenblattwespe *Pristiphora abietina* (Christ). Forstwiss. Centralblatt 77, 335-347, 1958
- PECHMANN, H. von: Die Struktur des Holzes als Qualitätsmerkmal. Allg. Forstzeitschr. 16, 567-570, 1961
- PFEIFFER, M.: Frostuntersuchungen an Fichtentrieben. Tharandt. Forstl. Jahrb. 84, 664-695, 1933
- ROHMEDER, E.: Beobachtungen über früh- und spätreibende Buchen. Forstwiss. Centralbl. 56, 517-523, 1934
- ROHMEDER, E.: Zusammenhang zwischen Zapfenfarbe und Knospenentfaltung der Fichte. Forstwiss. Centralbl. 58, 253-261, 1936
- ROHMEDER, E.: Die Vererbung der Austreibezeit bei Fichten-einzelstämmen. Forstwiss. Centralbl. 67, 32-38, 1948
- ROHMEDER, E.: Ursachenforschung für die Züchtung einer nonnenfraßwiderstandsfähigen Fichtensorte. Forstwiss. Centralbl. 67, 110-119, 1948
- ROHMEDER, E.: Der jahreszeitliche Verlauf des Höhenwachstums früh- und spätreibender Fichten. Forstwiss. Centralbl. 71, 368-372, 1952

- ROHMEDER, E.: Erreichtes und Erreichbares in der forstlichen Resistenzzüchtung. Allg. Forstzeitschr. 2, 529-536, 1954
- ROHMEDER, E. und DIETZ, F.: Nachkommenschaftsprüfung von ausgesuchten Einzelbäumen als Verfahren der Forstpflanzenzüchtung. München 1957 (unveröffentlicht)
- ROHMEDER, E. und SCHÖNBACH, H.: Genetik und Züchtung der Waldbäume. Hamburg/Berlin 1959
- ROHMEDER, E.: Ergebnisse der züchterischen Bearbeitung der Fichte in Bayern. Mitt. d. Staatsforstverwaltung Bayerns 34, 7-27, 1964
- ROHMEDER, E. und BEUSCHEL, G.: Der Fichtenherkunftsversuch in Bischofsreuth/Bayer. Wald nach 32-jähriger Wuchszeit. Forstwiss. Centralbl. 89, 78-87, 1970
- RUBNER, K.: Vorläufige Mitteilung über einen neuen Fichtenprovenienzversuch. Z. f. d. ges. Forstwesen 76/70, 28-32, 1944
- RUBNER, K.: Ergebnisse eines heute zwanzigjährigen Fichtenherkunftsversuches, I. Teil: Die Fläche in Bayern. Silvae Genetica 6, 65-74 und 89-91, 1957
- SARVAS, R.: The annual period of development of forest trees. Sitzungsber. d. finn. Akad. d. Wissenschaften, Helsinki, 1967
- SCHEUMANN, W.: Untersuchungen zur Frostresistenz der Douglasie (*Pseudotsuga taxifolia* (Poir.) Britton) und Fichte (*Picea abies* (L.) Karsten). Tagungsberichte der DAL 53, 155-162, 1962
- SCHEUMANN, W.: Die Prüfung der Frostresistenz. Forstpflanzen-Forstsamen 4, 16-20, 1966

- SCHMUCKER, Th.: Gedanken über Forstpflanzenzüchtung am Beispiel der Fichte. Allg. Forstzeitschr. 8, 63-65, 1953
- SCHÖNBACH, H.: Ergebnisse eines heute 20-jährigen Fichtenherkunftsversuches, II. Teil: Die Flächen in Thüringen und Sachsen. Silvae Genetica 6, 74-91, 1957
- SCHÖNBACH, H. und WEISS, M.: Genetische Fragen der Fichtenwirtschaft im Mittelgebirge. In: Die Fichte im Mittelgebirgsraum. Neumann-Verlag, Radebeul (im Druck)
- SCHRÖTTER, F. W. von: Zur Frage der Fichtenauslese und Fichtenzüchtung in Schleswig-Holstein. Zeitschr. f. Forstgenetik und Forstpflanzenzüchtung 2, 186-193, 1956
- SCHWERTFEGGER, F.: Waldkrankheiten. Berlin/Hamburg, 3. Aufl., 1970
- STERN, K.: Die Bewertung des Merkmals Austriebstermin in einem Züchtungsvorhaben mit Fichten in Schleswig-Holstein. Forstarchiv 37, 70-74, 1966
- TROEGER, R.: Die Fichten-Provenienz-Versuche in Württemberg. Allg. Forstzeitschr. 13, 109-114, 1958
- ULBRIG, H.: Untersuchungen über die Frostepfindlichkeit von Fichtentrieben der letzten zwei bis drei Jahre unter besonderer Berücksichtigung der Früh- und Spätfichten und ihres Wassergehaltes. (Unveröffentlichte Diplomarbeit) Tharandt 1931
- VEVERIS, A.: Agri un velku plaukstošas egles Latvijas PSR mežos. Jaunakis Mežsaimniecība 8, 15-22, 1966

- VINCENT, G. und
VINCENT, J.: Ergebnisse des Internationalen Fichtenpro-
venienzversuches. *Silvae Genetica* 13,
141-146, 1964
- WEBER, E.: Grundriß der biologischen Statistik. 6. Aufl.,
Stuttgart 1967
- WEISS, M. und
HOFFMANN, J.: Neue Ergebnisse eines Provenienzversuches
mit Fichte (*Picea abies* (L.) Karst.) im
Erzgebirge und Thüringer Wald. *Archiv für
Forstwesen* 18, 443-466, 1969
- WEISSWANGE, G. und
GÄRTNER, G.: Beitrag zur Kenntnis der Fichtenrassen.
Tharandt. Forstl. Jahrb. 79, 65-80, 1928
- WIEDEMANN, E.: Zuwachsrückgang und Wuchsstockung der Fichte.
2. Aufl., Tharandt 1925
- WIEMMENAUER, K.: Die Hauptergebnisse zehnjähriger forstlich-
phaenologischer Beobachtungen in Deutschland,
1885-1894, Berlin 1897
- ZEDERBAUER, E.: Grün- und rotzapfige Fichten. *Centralbl. f.
d. ges. Forstwesen* 36, 310-311, 1910

Lebenslauf

Geboren am 7. April 1935 in Amygdali, Landkreis Larissa (Griechenland) als Sohn des Landwirts Christos Moulalis und seiner Ehefrau Vassiliki.

- 1942 - 1950 Besuch der Grundschule (zwei Jahre lang, nämlich 1946 und 1947 habe ich wegen des Bürgerkrieges keine Schule besucht).
- 1950 - 1956 Besuch des Allgemeinen Gymnasiums in Larissa mit Abiturabschluß.
- 1956 - 1962 Studium der Forstwissenschaft an der Landwirtschaft- und Forstwissenschaftlichen Fakultät der Universität Saloniki mit Diplomabschluß. Im Jahre 1960 drei Monate praktische Tätigkeit als Werkstudent am Forstamt Merenberg (Hessen).
- 1962 - 1964 Militärdienst (Leutnant der Reserve)
- 1964 - 1965 Tätigkeit am Forstamt Vytina als Diplom-Forstwirt
- 1965 - 1968 Assistent am Lehrstuhl für Speziellen Waldbau und Forstgenetik der Universität Saloniki.

Seit Oktober 1968 als Gast am Institut für Forstsamenkunde und Pflanzenzüchtung der Forstlichen Forschungsanstalt München tätig.

